Beiblatt zu den Botanischen Jahrbüchern.

Nr. 124.

Band LVI. Ausgegeben am 18. Juni 1920. Heft 3.

Die Verbreitungsmittel der Xerophyten, Subxerophyten und Halophyten des nordwestlichen Indiens und ihre Herkunft.

Von

Shankar Agharkar
cand. phil.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeiner Teil.

I. Einleitung.

Daß Samen und Früchte vieler Pflanzen mit besonderen Einrichtungen für ihre Verbreitung versehen sind, ist bekannt. Wenn wir Andeutungen in diesem Sinne in ganz alten Werken außer acht lassen, ist Karl von Linné der erste Autor, der genauere Angaben hierüber gemacht hat. Linné hat in seiner Philosophia Botanica (1751) Kap. V (Sexus) S. 86, kurz die biologische Bedeutung der Beere, die Verbreitung der Samen durch Wind und Tiere beschrieben; er spricht sogar von Mimikry der Samen mit Tieren. Auch Sprengel gibt in seinem Buch über »Das entdeckte Geheimnis der Natur« (1793) eine kurze Darstellung diesbezüglicher Einrichtungen. Es muß aber das Verdienst Hildebrands bleiben, unsere Kenntnisse über diesen Zweig der Pflanzenbiologie bis zu seiner Zeit eingehend und zusammenfassend dargestellt zu haben. In seiner Arbeit über »Die Verbreitungsmittel der Pflanzen« (1873) gibt er eine vollständige Übersicht über die Verbreitungsagentien und ihre Bedeutung, sowie über die Verbreitungs-

einrichtungen und die Organe, welche in den Dienst der Pflanzenverbreitung treten können. Seit dieser Zeit ist eine umfangreiche Literatur über diese Frage entstanden, so daß Mcleod für die Zeit von 1873 bis 1890 allein 220 Arbeiten dieser Richtung aufzählen konnte. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, daß ein Werk, das alle diese Einzelarbeiten kritisch zusammenfaßt, bis heute nicht erschienen ist.

Wenn wir nun die Arbeiten aus diesem Gebiete durchmustern, finden wir, daß zwei Hauptgruppen zu unterscheiden sind. Die erste Hauptgruppe enthält Arbeiten, welche sich hauptsächlich mit der Beschaffenheit und der Morphologie der Verbreitungsmittel, die zweite solche, die sich mit ihrer Wirkungsweise beschäftigen.

Die oben erwähnte Arbeit von Hildebrand ist die grundlegende Arbeit auf dem Gebiet der Morphologie der Verbreitungsmittel gewesen. Neuere Zusammenstellungen sind die von Kerner in seinem »Pflanzenleben«, von Kronfeld in seiner »Studien über Verbreitungsmittel« sowie von Schimper in seiner »Pflanzengeographie«.

Systematische Werke wie die »Natürlichen Pflanzenfamilien« von Engler und Prantl, sowie das von Engler herausgegebene »Pflanzenreich«, soweit es erschienen ist, enthalten zum Teil sehr vollständige Übersichten über die Verbreitungsmittel der einzelnen Pflanzenfamilien.

Hildebrands Arbeiten »Über die Verbreitungsmittel der Gramineenfrüchte«, sowie »Über die Verbreitungsmittel der Kompositenfrüchte«, sind auch hier zu erwähnen. Solche Arbeiten zeigen uns die Mannigfaltigkeit der Verbreitungseinrichtungen, die in einer und derselben Pflanzenfamilie vorkommen. Diese Mannigfaltigkeit ist bei einigen Gruppen so groß, daß verwandte Arten derselben Gattung ganz verschiedene Verbreitungseinrichtungen entwickelt haben. Die Gattung *Hibiscus* kann in dieser Hinsicht als Beispiel gelten. Die Samen der Arten dieser Gattung sind im allgemeinen mehr oder weniger behaart und sind für Verbreitung durch den Wind eingerichtet. Es gibt aber eine Art, *H. caesius* Garcke, die in Vorderindien, im tropischen Afrika und Nord-Australien vorkommt und für Verbreitung durch Tiere besonders angepaßt ist. Der Fruchtstiel ist hier länger als die Blätter, so daß die Frucht weit hervorragt. Der Außenkelch, dessen einzelne Teile (die Brakteolen) länger als die Kelchblätter dornig und mit Stacheln versehen sind, dient als ein Anheftungsorgan an vorbeikommende Tiere. Eine Gliederung unterhalb des Außenkelches ermöglicht das leichte Abbrechen der Frucht mitsamt dem Kelch und Außenkelch. Etwas ähnlich ist der Fall bei *Actaea*, eine Gattung, von der einige Arten, z. B. *A. spicata*, Beerenfrüchte besitzen, wogegen andere, wie *A. cimicifuga* Kapselfrüchte und mit häutigen Schuppen bedeckte Samen aufweisen. Es wäre leicht, ähnliche Fälle aus anderen Familien anzuführen. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, daß andere Familien, z. B. die Asclepiadaceen fast durchgehend denselben Typus der Verbreitungsmittel aufweisen.

Eine Anzahl Arbeiten, die sich mit diesem Gebiet beschäftigen, sind Zusammenstellungen einzelner Kategorien von Verbreitungsmitteln. Als solche mögen die Arbeiten von HUTH über »Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Tiere« und die von FOCKE über »Verbreitung der Pflanzen durch Tiere« erwähnt werden. Solche Arbeiten sind insofern interessant, als sie eine Übersicht geben über Pflanzenarten, die ähnliche Verbreitungsorgane besitzen, und einen Vergleich ermöglichen zwischen Verbreitungsmitteln und anderen biologischen Verhältnissen. LUBBOCK hat z. B. gezeigt, daß von 30 von ihm untersuchten Pflanzengattungen mit Samarafrüchten, sämtliche zu den Bäumen oder Kettersträuchern gehören und keine zu den niedrigen Kräutern.

Andere Autoren haben die Verbreitungsmittel bestimmter biologischer, klimatologischer oder geographischer Pflanzengemeinschaften untersucht. Solche Arbeiten ermöglichen uns die Bedeutung einer Einrichtung sowie deren Entstehung durch Anpassung oder Auslese zu prüfen. SCHIMPERS Arbeiten über »Die epiphytische Vegetation Amerikas«, sowie über »Die indomalaiische Strandflora« sind Beispiele dieser Art. In der ersten Arbeit weist er nach, daß Epiphyten mit Verbreitungsorganen versehen sind, die sie zum Transport auf Baumäste befähigen. Diese sind entweder saftige Früchte, die von Vögeln verbreitet werden, oder staubfeine oder sehr leichte oder mit Flugapparaten versehene Samen, die leicht vom Winde verweht werden können. Infolgedessen gelangen sie leicht auf die Stämme und Äste der Bäume und bleiben an der Baumrinde haften. Er zeigt aber auch, daß »diese Eigenschaften der Samen nicht eine Anpassung an atmosphärische Lebensweise, sondern vielmehr eine präexistierende Eigenschaft sind, durch welche die letztere erst ermöglicht wurde«. In seiner zweiten Arbeit zeigte er, daß nur solche Pflanzen in der Strandflora vertreten sein können, deren Samen an den Transport durch Wasser oder Vögel angepaßt sind. Ähnliche Ergebnisse enthalten die Arbeiten von SCHENCK über »Die Biologie der Wassergewächse«, MASSART: »La dissémination des plantes alpines« und VOGELER: »Über die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen«.

Eine Arbeit, die das Problem der Wirkungsweise der Verbreitungsmittel der Pflanzen im ganzen behandelt, ist meines Wissens nicht erschienen. Es sind aber zahlreiche Arbeiten über die Wirkungsweise bestimmter Kategorien von Verbreitungsmitteln erschienen, die in kurzen zu besprechen hier von Nutzen sein kann.

Die erste Gruppe solcher Arbeiten sind diejenigen, die die aktive Ausstreuung oder Ausschleuderung der Samen besprechen. Diese Ausschleuderung beruht nun auf einem eigentümlichen anatomischen Bau der betreffenden Früchte. HILDEBRAND hat diesen Gegenstand in einer Arbeit über die Schleuderfrüchte ausführlich behandelt. Andere Arbeiten aus diesem Gebiete sind die von G. KRAUS und STEINBRINCK. BUCHWALD hat in seiner Arbeit über

die Verbreitungsmittel der Leguminosenfrüchte des tropischen Afrika auch die Wirkungsweise der elastisch aufspringenden Hülsen der Leguminosen behandelt. Alle diese Untersuchungen haben gezeigt, daß der Ausschleuderungsmechanismus darauf beruht, »daß in den betreffenden Früchten gewisse Zellschichten bei einem besonderen Bau sich unter den Einflüssen der Eintrocknung stärker (oder in einer bestimmten Richtung) zusammenziehen als die benachbarten Schichten, wodurch eine solche Spannung hervorgerufen wird, daß nicht nur die Klappen der Früchte sich voneinander lösen, sondern bei dieser Lösung so schnell ihren Spannungsverhältnissen durch Aufrollung folgen, daß hierbei die Samen mehr oder weniger weit fortgeschleudert werden«.

Von Arbeiten, die die Wirkungsweise der passiven Verbreitungsmittel behandeln, können drei Gruppen, je nach dem Agens der Verbreitung unterschieden werden. Dinglers Arbeit über »die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane« ist das grundlegende Werk über die Wirkungsweise der Verbreitungsmittel durch Wind. Dingler hat den Flugmechanismus experimentell untersucht und stellt 12 Haupttypen dieser Organe auf, die sich nach ihrer Bewegung beim Falle in ruhiger Luft ergeben. Da dieses Buch wohl jedem, der sich mit dieser Frage beschäftigt hat, bekannt ist, will ich von einer Wiedergabe dieser Typen Abstand nehmen. Denselben Gegenstand behandelt die Arbeit von Mathei, der auch 12 Typen aufstellt, die er auf die Verschiedenheiten der Luftbewegungen, die die Samen und Früchte verbreiten, begründet. Diese Typen, für die er italienische Namen gibt, sind nicht wesentlich verschieden von Dinglers Typen, so daß eine Wiedergabe derselben sich erübrigt.

Eine Anzahl kleiner Arbeiten beschäftigen sich mit dem Transport der Samen und Früchte durch Wasser. Die einzige Arbeit aus diesem Gebiete, die ich erwähnen will, ist die von Praeger R. Lloyd, der die Schwimmfähigkeit der Samen von 786 Arten experimentell untersucht hat. Er fand, daß 44,3 % der untersuchten Samen sofort zu Boden sanken, 57 % innerhalb eines Tages, 87 % innerhalb einer Woche. In dieser Weise kommt er zu fast demselben Resultat wie Darwin, welcher fand, daß nur ungefähr 10 % der Pflanzen einer Flora genügende Schwimmfähigkeit besitzen, die als Verbreitungsmittel in Betracht kommen kann.

Eine weit größere Anzahl von Arbeiten behandeln die Frage der Verbreitung der Pflanzen durch Tiere. Hier muß auch bemerkt werden, daß ein Werk, welches sämtliche diesbezügliche Probleme eingehend und kritisch bespricht, nicht vorhanden ist. Über die epizoische Verbreitungsweise sind außer der Arbeit von Hildebrand die schon erwähnten Schriften von Huth und Focke am wichtigsten. Über die durch Klebrigkeit oder Schleimabsonderung wirkenden Verbreitungsmittel ist keine neuere Arbeit seit Hildebrands erschienen. Hildebrand spricht sich sehr skeptisch über die Wirksamkeit des Schleimes als Anheftungsorgan aus, der an vielen Samen erst

nach Anfeuchtung entsteht. Besonders bei mehreren Acanthaceen, die einen eigentümlichen Mechanismus zur Ausschleuderung der Samen aus der Kapsel besitzen, bezweifelt er, daß diese Schleimbildung als Verbreitungsmittel anzusehen sei. Nach meiner Ansicht kann diese Schleimbildung nur als Befestigungsmittel der Samen im Boden nach der Ausschleuderung dienen.

In einer Anzahl von Arbeiten hat A. Heintze in der letzten Zeit die endozoische Verbreitungsweise untersucht. Heintze weist nach, daß in Skandinavien fast alle Raubvögel bei der Samenverbreitung in Betracht kommen. Bei den Zugvögeln findet er, daß die meisten samenfressenden Vögel als Verbreiter keine Rolle spielen, da sämtliche Samen und Früchte in ihrem Kaumagen zerstört werden. Drosseln, Nachtigallen, Rotkehlchen usw. dürften — wenn auch in geringem Maße — kleinere Beeren und auch kleine trockene Samen, die zusammen mit Raupen usw. verschluckt werden, verbreiten. Die Sumpf- und Schwimmvögel findet er dagegen von Bedeutung. Sie verbreiten hauptsächlich hartschalige und kleinere Früchte hydatophiler Pflanzen bisweilen über sehr weite Strecken. Der epizoischen Verbreitung durch Vögel mißt er keine Bedeutung zu. Betreffs der Säugetiere findet Heintze, daß die verschiedenen Pflanzenarten gegen den Verdauungsprozeß in sehr verschiedenem Grade widerstandsfähig sind. Renntiere, Affen, fruchtfressende Fledermäuse und viele andere, wie auch das Pferd und andere Nutztiere sind für die Samenverbreitung von großer Bedeutung.

Heintze hat auch die synzoische Verbreitung von Samen und vegetativen Teilen durch Säugetiere und Vögel untersucht. Unter synzoischer Verbreitung versteht er folgendes: Säugetiere und Vögel, die Nahrungsvorräte aufspeichern, lassen manche Samen während des Transportes zum Vorratsort zu Boden fallen, während andere Samen am Vorratsort vergessen zurückgelassen werden und dort eventuell keimen. Außerdem fällt der Besitzer öfters seinen Feinden zum Opfer, bevor er von seinem Besitztum Gebrauch machen konnte. Ferner finden sich entwicklungsfähige Verbreitungseinheiten in den Nestern von Vögeln und gewissen kleineren Säugetieren. Für diese Verbreitung kommen, nach ihm, in Schweden unter den Vögeln Baumkleber, Spechte, Drosseln, Regenpfeifer, Möwen und manche andere, von Säugetieren Eichhörnchen, Haselmaus, Waldmaus, Lemming, Ackermaus, Igel und Dachs in Betracht. Ferner sind Sernanders Arbeiten über Myrmechochoren hier zu erwähnen. Auch die Arbeit von Ulbrich über deutsche Myrmechochoren soll nicht unerwähnt bleiben.

Über die Frage der Entfernung, bis zu welcher Samen und Früchte verbreitet werden, gehen die Meinungen stark auseinander. Während einige Autoren die Verbreitungsmittel als allmächtig für die Verbreitung betrachten, messen andere ihnen sehr geringe Bedeutung bei. In diesem Streit der

Meinungen können nur zuverlässige Beobachtungen im Feld über stattgefundene Verbreitung sowie experimentelle Untersuchungen über die mögliche Weite der Verbreitung den Ausschlag geben. In seiner schon erwähnten Arbeit hat Vogeler diese Frage auf Grund von Daten untersucht und festgestellt, daß ein Transport durch Wind über Bergpässe und auf große Entfernungen möglich ist. Er zeigt aber zugleich auf Grund anderer von ihm angeführten Daten, daß dem Transport auf weite Entfernungen gegenüber dem schrittweisen Vorrücken eine geringere Bedeutung zukommt. Die Angaben von Treub über die neue Besiedlung von Krakatau sowie die Angaben von Beccari in »Malesia« über Verbreitung auf weite Entfernungen mögen auch hier erwähnt sein. Beguinot hat auch in der letzten Zeit diese Frage untersucht und kommt nach dem Referat im Botanischen Zentralblatt, Bd. 122, zu demselben Ergebnis. In allerletzter Zeit hat Wilhelm Schmidt die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung experimentell geprüft. Er findet, daß sich Samen innerhalb eines gewissen Abstandes V, »der mittleren Verbreitungsgrenze«, noch verhältnismäßig häufig finden, außerhalb gelangt nur ein Hundertstel aller, die Entfernung 2 V wird nur höchst selten überschritten. Die mittlere Verbreitungsgrenze V — im allgemeinen verkehrt proportional dem Quadrat der Sinkgeschwindigkeit — rückt außerordentlich weit hinaus für die feinsten Sporen; deren Ausbreitung müßte sich unmittelbar über die ganze Erde erstrecken, wenn sie nicht auf andere Weise, durch Kondensationsvorgänge eingeschränkt würde. Bei den bestfliegenden Früchten unserer heimischen Korbblütler erreicht V einige Kilometer, nicht viel stehen ihnen nach die eigentlichen Schwebeflugbenützenden, wie z. B. die der *Zanonia*, Birke oder auch die meisten Nadelhölzer. Gering, nur nach Metern zu messen, ist die Wirkung der Luftbewegung auf Früchte von der Größe der Esche, des *Ailanthus* u. a.«

Daß die an die Verbreitung durch Wasser angepaßten Samen und Früchte sehr weit verbreitet werden, dürfte allgemein bekannt sein. Die Entfernung, bis zu welcher Tiere Samen und Früchte transportieren, ist verschieden. Heintze findet z. B., daß Singvögel die Samen nie über weite Entfernungen verbreiten, höchstens 200—300 m. Dagegen fand er, daß die Verbreitung durch Sumpf- und Schwimmvögel über sehr weite Strecken möglich ist. Eine Anzahl epizoisch verbreiteter Samen und Früchte werden schon in kurzer Entfernung abgeworfen. Dagegen werden andere, wie die in die Felle von Schafen sich einbohrenden Früchte von *Stipa*- und *Aristida*-Arten, über sehr weite Strecken mitgeschleppt.

II. Thema und Methodik der Arbeit.

Meine ursprüngliche Absicht war, die Verbreitungsmittel der xerophytischen, subxerophytischen und halophytischen Pflanzen des indischen Wüstengebietes zu untersuchen. Im Laufe der Untersuchung hat es sich

aber herausgestellt, daß für diesen Zweck ausreichendes Material nicht vorhanden war. Ich entschloß mich daher, die Untersuchung auch auf ähnliche Pflanzen des angrenzenden Teiles des nordwestlichen Indien auszudehnen. In dieser Weise wurde es möglich, viele pflanzengeographisch sehr interessante Typen einzubeziehen. Als xerophil und subxerophil bezeichne ich Pflanzen, die perennieren und darum alljährlich den klimatischen Schwankungen des ganzen Jahres ausgesetzt sind. Je nach der Beschaffenheit der vegetativen Teile, Entwicklung besonderer Schutzeinrichtungen zur Verminderung der Transpiration usw. werden dann die Pflanzen in xerophil und subxerophil eingeteilt. Diese werden dann zu Gruppen vereinigt, welche dieselben Verbreitungsmittel besitzen. Im allgemeinen habe ich die Typen von Hildebrand angenommen. Als eine Neuerung kann gelten die Auflösung seiner heterogenen Gruppe der Pflanzen, bei denen die Austrocknungsverhältnisse der Früchte als Verbreitungsmittel dienen, in mehrere selbständige Gruppen. Ich bin aber noch weiter gegangen und habe die Schleuderfrüchtler als Pflanzen mit aktiver Verbreitungsweise zu einer Gruppe höherer Ordnung erhoben, die gleichwertig ist mit sämtlichen anderen mit passiver Verbreitungsweise.

Da die Kenntnisse über das nordwestliche Indien in Europa noch recht mangelhaft sind, habe ich mich entschlossen, eine kurze Darstellung der orographischen, klimatologischen und Vegetationsverhältnisse des Gebietes zu geben. Der spezielle Teil enthält meine Befunde über die Verbreitungsmittel und anschließend daran eine kurze Zusammenfassung der gewonnenen Resultate in verbreitungsbiologischer sowie pflanzengeographischer Hinsicht.

Die Arbeit wurde auf Vorschlag meines verehrten Lehrers, Herrn Geh. Oberregierungsrat Professor Dr. A. Engler unternommen und unter seiner Aufsicht im Botanischen Museum zu Berlin-Dahlem hergestellt. Diesem meinem verehrten Lehrer meinen verbindlichsten Dank hier auszusprechen, ist mir eine Pflicht. Desgleichen danke ich den Herren Beamten des Museums für gelegentliche Hilfe, insbesondere Herrn Dr. Ulbrich.

III. Orographische Verhältnisse des nordwestlichen Indiens.

Den Ausdruck »nordwestliches Indien« will ich für den Teil von Indien gebrauchen, der aus den Provinzen von Punjab und Sind sowie dem Teile von Rajputana, westlich der Aravalli-Gebirge, besteht. Im großen und ganzen fällt das Gebiet zusammen mit dem Gebiete, das Sir J. D. Hooker in seiner pflanzengeographischen Gliederung Indiens als »Indus plain Region« bezeichnet oder Sir D. Prain »India deserta« nennt. Jeder der drei Teile dieses Gebietes hat seine Eigenarten, und es ist am zweckmäßigsten, sie getrennt zu behandeln. Punjab und Sind setzen die Indusebene zusammen. Rajputana, das südlich und östlich davon liegt, mag nach den Geographen

auch zu der Indusebene zugerechnet werden, obwohl es weder vom Indus, noch von einem seiner Nebenflüsse durchflossen wird.

Die Ebenen von Punjab sind eine flache fast baumlose Landschaft. Es gab eine Zeit, wo üppige Wälder die Ufer des Indus bedeckten, Wälder, die Alexander dem Großen das Holz lieferten zum Bau einer Flotte, mit der er den Strom abwärts segelte. Es ist auch noch gar nicht so sehr lange her, daß um Peshaur ausgedehnte Rohrsümpfe bestanden, in denen Rhinozeros und Elefant hausten. Diese Wälder sind aber seit längerer Zeit verschwunden. Es ist wahrscheinlich, daß seit ihrem Verschwinden die klimatischen Verhältnisse des Industales sich geändert haben. Flache, ununterbrochene Wüste, in deren sandigem Boden die Tamariske ein kümmerliches Dasein zu fristen versucht, und wo das einzige Grün auf künstlich bewässertem Boden zu sehen ist, das ist das allgemeine Gepräge der jetzigen Punjab-Landschaft. Der gelbe Dunst, der die Luft erfüllt, verhindert weiten Blick und verursacht in dem Beschauer ein Gefühl des Unbehagens. Die Straßen, die das Land durchqueren, sind schmal und gerade und mit Stroh bedeckt, um Staub und Sand niederzuhalten. Die Hitze der Sonnenglut, die durch den Dunst noch unerträglicher wird, wechselt mit beißender Kälte der Nächte im Winter. Die Flüsse strömen träge durch diese flache Landschaft, erfüllt mit schlammigen Fluten zur Zeit der Schneeschmelze im Himalaya oder rinnen spärlich in ihrem ausgetrockneten breiten, fortwährend wechselnden Betten, in denen sie hier und da neue Sandbänke und Inseln erzeugen.

Sind nimmt den südlichen Teil der Indusebene bis zum Meer ein. Die Gebirge von Baluchistan begrenzen es nach Westen, nach Osten zu ist es zusammenhängend mit der Wüste von Rajputana. Sind ist eine aluviale Ebene, die durch die Arme des Indus bewässert wird. Im großen und ganzen ist es ebenso flach und eintönig wie das Punjab. Nur an wenigen Stellen, wie bei Rohri, Hyderabad und Karachi erreichen die Ausläufer der westlichen Grenzgebirge den Indus.

Rajputana ist derjenige Teil von Indien, der von den Stämmen der Rajputs bewohnt wird. Das Aravalli-Gebirge teilt es in zwei ungleiche Teile. Nach Nordwesten hin liegt Thar, wie die große indische Wüste genannt wird, die seit uralten Zeiten ein ungleich wirksameres Hindernis für den Aufmarsch von Truppen gewesen ist als der große Indus selbst. Diese Wüste ist zum großen Teil bedeckt mit Sanddünen, 15—30 m hoch, die in langsamer Fortbewegung von Südwesten nach Nordosten, d. h. in der Richtung der vorherrschenden Winde, begriffen sind. Von Aravallis bis zum Indus hat die trockene, heiße, und unfruchtbare Wüste eine Breite von ungefähr 500 km, die aber wegen der gesunden und erfrischenden Wirkung ihres Klimas berühmt ist. Durch dieses Gebiet fließt nur ein einziger Fluß, der Luni, der die Niederschläge vom Nordabhang der Aravalli in den Golf von Cutch ableitet. Im Norden nimmt die Wüste den

Charakter der mit Tamarisken bedeckten Landschaft des Punjab an. Im Südwesten wird sie den sandigen Strecken östlich des Indus gleich. Der Rann von Cutch, eine ausgedehnte Salzebene, die zu bestimmten Jahreszeiten vom Meereswasser überschwemmt wird, schließt sich in dieser Richtung an. In der Nähe von Jaisalmer und Balmer und an einigen anderen Stellen ist das Gelände felsig und Dünen fehlen.

IV. Klimatische Verhältnisse.

Zur Darstellung des Klimas dieses Gebietes scheint es mir am zweckmäßigsten, die Klimakomponenten einzeln zu besprechen. Die Besprechung wird an der Hand von Daten erfolgen, die für Karachi und Jacobabad für Sind, Peshawar und Multan für Punjab, und Bikanir für westliches Rajputana gegeben worden sind. Die geographische Lage der gewählten Orte ermöglicht eine gute Übersicht über die Klimaverhältnisse des Gebietes.

Ich teile die klimatischen Faktoren wie folgt ein:

a. die für das Leben der Pflanzen wichtigen Faktoren
   1. Wärme,
   2. Niederschlagsmenge,
   3. Luftfeuchtigkeit und Bewölkung,
   4. Licht;

b. die für die Verbreitung wichtigen Faktoren:
   Wind.

---

a. Die für das Leben der Pflanzen wichtigen Faktoren:

1. Wärme. Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die Temperaturverhältnisse.

Mittlere Monats- und Jahrestemperatur.

	Peshawar	Multan	Karachi	Jacobabad	Bikanir
Januar	**9,8**	**13,1**	**18,5**	**14,1**	**15,1**
Februar	11,8	15,4	20,2	16,9	17,6
März	17,4	22,0	23,9	23,6	24,8
April	23,1	28,3	27,0	29,7	31,3
Mai	28,9	33,0	29,3	34,6	34,5
Juni	**32,9**	**34,9**	**30,4**	**36,5**	**34,8**
Juli	32,4	33,7	29,1	35,0	32,4
August	30,9	32,4	28,0	33,1	30,7
September	27,8	31,1	27,8	31,6	30,8
Oktober	21,7	25,9	26,7	26,2	28,0
November	15,1	19,5	23,3	19,7	21,4
Dezember	10,6	14,3	19,7	14,9	16,3
Jahr	21,9	25,3	25,3	26,3	26,4
Schwankung	23,1	21,8	11,9	22,4	19,7

Mittlere tägliche Temperaturschwankung.

	Peshawar	Multan	Karachi	Jacobabad	Bikanir
Größte	17,8 XI.[1]	17,8 XI.	14,2 XI.	20,1 X.	14,3 IV.
Kleinste	13,1 III.	10,3 VIII.	5,3 VIII.	12,4 VIII.	9,2 VIII.
Jahr	14,7	14,8	9,7	16,9	12,4

Absolute Temperaturextreme.

	Peshawar	Multan	Karachi	Jacobabad	Bikanir
Maximum	48,7	49,4	47,8	52,2	48,8
Minimum	— 4,1	— 1,7	4,4	— 1,7	— 0,3

Die obige Tabelle lehrt uns, daß die Temperatur im allgemeinen sehr hoch ist, daß der Juni der heißeste und der Januar der kälteste Monat ist. Die täglichen, sowie die Jahrestemperaturschwankungen sind größer in den nördlichen Stationen, Peshawar, Multan und Jacobabad als in den südlichen

2. Niederschlagsmenge. Die folgende Tabelle gibt uns Auskunft über die monatliche und Jahresmenge des Regens in denselben Stationen wie vorher in Millimeter.

	Peshawar	Multan	Karachi	Jacobabad	Bikanir
Januar	39,0	9,7	16,0	7,0	9,5
Februar	33,0	8,6	7,5	6,7	6,0
März	48,0	10,5	3,7	6,2	4,5
April	45,0	6,7	3,2	4,2	3,5
Mai	17,0	9,7	0,7	3,7	21,0
Juni	7,0	10,5	10,7	5,5	41,2
Juli	**42,0**	**54,7**	**79,0**	**27,0**	**82,2**
August	**55,0**	**41,5**	**44,2**	**32,7**	**78,5**
September	17,0	15,0	16,5	6,0	27,0
Oktober	5,0	1,7	1,0	0,2	2,2
November	15,0	1,5	4,0	2,7	1,5
Dezember	14,0	6,7	4,7	4,7	4,5
Jahr	337,0	173,0	191,2	106,6	281,6

Multan und Jacobabad haben die kleinsten Niederschlagsmengen. Bikanir, obwohl in der Wüste gelegen, hat eine größere Regenfallsmenge als Multan Juli und August sind die regenreichsten Monate im ganzen Gebiet.

3. Luftfeuchtigkeit und Bewölkung.

Ich will hier kurz die relative Feuchtigkeit der Luft besprechen, die allein für unseren Zweck wichtig ist. Im ganzen Gebiet ist die Luft sehr

1) Die römischen Ziffern geben den Monat an, welcher die mittlere größte und kleinste tägliche Amplitude hat.

trocken und die Jahresmittel der relativen Feuchtigkeit betragen 50—55%. Im April und Mai sinken die Monatsmittel auf 30—40% herab, erheben sich in der Regenzeit bis gegen 80%. Die tägliche Schwankung ist auch in den heißen Monaten sehr groß. So betrug die Feuchtigkeit in einigen Stationen in der Wüste 45—50% um 8 Uhr morgens, dagegen um 4 Uhr nachmittags nur 16—18%. Bikanir und Jacobabad zeigen die größte Trockenheit.

Die Bewölkung ist am besten ersichtlich durch eine Tabelle, die die Bewölkung für dieselben Stationen in Prozenten zeigt.

	Peshawar	Multan	Karachi	Jacobabad	Bikanir
Januar	43	27	18	27	29
Februar	41	29	19	29	31
März	41	15	21	23	30
April	32	7	18	17	30
Mai	21	2	22	6	17
Juni	19	6	42	6	24
Juli	24	16	68	19	45
August	25	16	68	18	49
September	12	5	38	2	20
Oktober	12	3	5	1	11
November	22	9	9	12	8
Dezember	32	16	15	20	18
Jahr	26	12	29	15	25

4. Licht. Beobachtungen über die biologische Wirksamkeit der Sonnenstrahlen sind in diesem Gebiet nicht gemacht worden. Es ist daher nur auf einige Eigenschaften aufmerksam gemacht, die in dieser Hinsicht wichtig sind. Der Himmel ist trotz der Wolkenlosigkeit nicht klar. In der Trockenzeit ist er durch Dunst und Staub getrübt, so daß man keine Fernsicht hat.

b. Die für die Verbreitung der Pflanzen wichtigen Faktoren.

Der einzige klimatische Faktor, der in Betracht kommt, ist der Wind. Nach Sir J. Eliot kann man die lebhaften Luftbewegungen der Länder jenseits der NW.-Grenze in Indien zu keiner Zeit spüren. Ein leiser Wind weht die Grenzpässe herunter, der jedoch unbedeutend ist. Dies scheint mit der Tatsache in Widerspruch zu stehen, daß eine große Anzahl von Pflanzenarten, die aus dieser Gegend eingewandert sind, Einrichtungen für Verbreitung durch Wind besitzen. Es sei aber darauf hingewiesen, daß verbreitungsbiologisch gerade die leisen Bewegungen der Luft wirksam sind, die Eliot als vorhanden angibt.

V. Die Vegetationsverhältnisse des nordwestlichen Indiens[1]).

Es empfiehlt sich hier, eine kurze Darstellung der Vegetationsverhältnisse dieses Gebietes zu geben als Ergänzung zu den Untersuchungen, deren Ergebnisse in dem speziellen Teil dieser Arbeit dargestellt sind. Wir werden hier genau so verfahren wie in dem vorhergehenden Abschnitte und die Verhältnisse in jedem der drei Teile des Gebietes für sich besprechen.

Die Vegetation von Punjab wechselt mit dem Klima. In dem südlichen Teil der Provinz, wo die Niederschläge am geringsten sind, ist die Flora fast identisch mit der von Sind. Mit der Zunahme des Breitegrades und der dadurch verursachten Erniedrigung der Wintertemperatur, finden wir eine allmähliche Zunahme der charakteristischen Pflanzen der mediterranen Flora, die an den Gebirgen von Afghanistan zur vollen Geltung kommt. Dies sind aber hauptsächlich Winter-Annuelle wie *Goldbachia laevogata* DC, *Frankenia pulverulenta* Linn., *Silene conoidea* Linn., *Arenaria serpyllifolia* Linn., *Euphorbia helioscopia* Linn., *Carthamnus oxyacantha* Bieb., *Veronica agrestis* Linn., *Poa annua* Linn. u. m. a., deren Zahl aber nicht sehr groß ist. Alle strauchartigen Gewächse, die der Vegetation das Gepräge geben, sind dagegen dieselben wie in Sind. Das niedrige und zerstreute Baumgestrüpp, welches ausgedehnte Flächen lehmigen Bodens in der Nähe der Flüsse bedeckt, in Gegenden nördlich von Lahore oder östlich von Firozpur, enthält hauptsächlich *Capparis aphylla* Roth, *Acacia arabica* Willd., *A. leucophloea* Willd., *Prosopis spicigera* Linn., *Zizyphus nummularia* W. et A., *Salvadora oleoides* Dcne. und *Cocculus leaeba* DC., die auch im tropischen Afrika, Ägypten und Sind vorkommt, tritt als Liane auf. *Populus euphratica* Oliv., und *Tamarix gallica* Linn. bilden Dickichte an den Ufern des Satlaj bis zum Bhawalpur. Die letztgenannte Art ist übrigens in ganz Indien verbreitet. *Pluchea lanceolata* Oliv., ein niedriger Strauch, der in trockeneren Teilen von Asien und Afrika weit verbreitet ist, bedeckt weite Flächen allein oder im Bestande mit anderen Arten.

In der Nähe des Himalaya wird das Klima feuchter und dementsprechend werden die charakteristischen Sträucher der Wüste durch Arten der Gangesebene ersetzt. Ludhiana und Jalandhar besitzen eine Strauchvegetation, die ganz andere Arten aufweist. *Butea frondosa* Roxb., *Flacourtia sepiaria* Roxb., *Capparis sepiaria* Linn., *Zizyphus jujuba* Lamk., und *Z. oenoplia* Mill., *Adhatoda vasica* Nees, sind die häufigsten Sträucher. Die krautartige Vegetation dagegen zeigt keine große Veränderung. In der kalten sowie der heißen Jahreszeit gedeihen Kräuter trockenen Klimas, in der Regenzeit dagegen solche, die mehr Feuchtigkeit verlangen.

---

1) Die Angaben in diesem Abschnitt sind den Arbeiten von Hooker und Thomson, King, und Hooker entnommen.

Westlich der Jhelam zeigt das meistens hügelige Gelände eine andere Vegetation. *Acacia modesta* Wall. und andere Arten, zusammen mit einer dornigen *Celastrus*-Art (wahrscheinlich *C. paniculata* Willd.) bilden den Hauptbestand des Waldes. *Olea cuspidata* Wall., *Rhazya stricta* Dcne., *Dodonea viscosa* Linn., *Monotheca buxifolia* (Falc.) Dcne., und andere Arten der unteren Bergvegetation von Afghanistan sind hin und wieder zu finden, wie auch eine Anzahl krautiger Arten, die in den persischen Gebirgen vorkommen, aber hier bis in die Ebene heruntersteigen. Einige *Delphinium*-Arten, viele Caryophyllaceen, Geraniaceen, Kompositen, Labiaten, Boraginaceen und andere Arten der östlichen mediterranen Flora sind als Beispiele zu erwähnen.

Der Boden in Sind ist infolge der allgemeinen Dürre unfruchtbar, obwohl er fähig ist, reiche Ernten zu tragen, wo Bewässerung möglich ist. Hohe Bäume sind nicht vorhanden. Weite Strecken in der Nähe des Indus sind mit dichtem Walde von *Acacia arabica* Willd. und *Prosopis spicigera* Linn., bedeckt; aber der größte Teil des Landes bleibt trotzdem ohne Vegetation, die trockensten Teile sind sogar vollkommen vegetationslos. Der untere Teil des Indus-Deltas, wo der Einfluß von Ebbe und Flut sich bemerkbar macht, trägt die Mangrovevegetation. Diese setzt sich aus denselben Arten wie die des Ganges-Deltas zusammen, ist aber viel artenärmer und enthält keine der charakteristischen Palmen *Nipa fruticans* Wurmb. und *Phoenix paludosa* Roxb. Die Gattung *Calamus* fehlt vollkommen. Sie besteht aus Arten von *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Ceriops*, *Aegiceras* und *Scaevola* (die letztgenannte kommt im Ganges-Delta nicht vor) sowie aus dem Gras *Oryza coarctata* Roxb., das nur aus diesen beiden Delten bekannt ist.

Die Flora des trockenen Teiles von Sind enthält nur wenige Arten, die aber um so interessanter sind, weil sie eine viel größere Prozentzahl nordafrikanischer Arten als irgendein anderer Teil Indiens enthält und weil viele dieser Arten östlich von Sind nirgends gefunden worden sind.

Wir müssen nun die Vegetationsverhältnisse in dem dritten Teil unseres Gebietes, im westlichen Rajputana, schildern. Wie in der orographischen Darstellung gezeigt wurde, trennt das Aravalli-Gebirge diesen Teil vom östlichen Rajputana. Damit aber wird nicht gesagt, daß das Gebirge eine Grenzscheide zwischen zwei Florengebieten oder -provinzen darstellt. Im Gegenteil wurden viele der charakteristischen Gewächse des Ostens auch am Westabhang des Gebirges gefunden. Am Fuße des Gebirges ist der Boden fruchtbar und trägt verhältnismäßig üppigen Wald, nur wird er von den Einwohnern rücksichtslos als Brenn- und Bauholz oder als Futter für ihre Kameele und anderes Vieh verbraucht. Nach Westen hin verkümmern die Typen, welche die zunehmende Trockenheit der Luft sowie den Salzgehalt des Bodens nicht vertragen können, allmählich, bis die Mehrzahl derselben endlich verschwindet. Neue Wüstentypen tauchen auf und werden

nach Westen hin allmählich häufiger, bis an der Westgrenze sie allein die Vegetation bilden. Diese Wüstenpflanzen sind Ausläufer der arabischen und nordafrikanischen Flora, die in allen niedrigen asiatischen Wüsten vorkommen, z. B. sogar bis in die zentralasiatischen Wüsten vordringen. Außer der floristischen Armut fällt hier bei Pflanzenarten, welche in feuchteren Gegenden krautartig sind, die Neigung auf, holzig und strauchig zù werden, sowie eine Förderung der Entwicklung oberflächlicher Schutzmittel, wie Haare, Dornen, Stacheln usw. So sieht z. B. *Solanum xanthocarpum* Schrad. et Wend., ein Unkraut, das in der Ganges-Ebene eine mäßige Bekleidung von Borsten trägt, hier wie ein pflanzlicher Igel aus. *Acacia arabica* Willd. hat Dornen, die fast doppelt so lang sind wie bei derselben Art in Zentral-Indien und *Zizyphus nummularia* W. et A. sieht fast so aus wie ein Haufen Dornen.

Es ist von Interesse, die hauptsächlichen Vegetationsformen dieses Gebietes zu schildern. Hohe Bäume kommen nur in Gärten und in der Nähe von Teichen und Brunnen vor. Kaum einer der wild wachsenden erreicht eine Höhe über 3—4 m. *Prosopis spicigera* Linn., *Salvadora persica* Linn., *Cordia Rothii* R. et S., *Acacia leucophloea* Willd. sind die Hauptformen. *Acacia arabica* kommt in der Nähe von Ufern vor und *Sterculia urens* Roxb. wächst an bevorzugten Stellen auf dem Gebirge. *Anogeissus pendula* Edgw. und *Dichrostachys cinerea* W. et A. kommen nur noch vereinzelt vor und zeigen strauchartigen Wuchs. In der Wüste an der Grenze von Sind ist *Acacia senegal* Willd., die dem östlichen Rajputana vollständig fehlt, der einzige Baum.

Der schönste Strauch dieses Gebietes ist *Tecoma undulata* G. Don, die ihre schönen orangegelben Blüten zugleich mit ihren glänzenden Blättern entfaltet. *Acacia Jacquemontii* Benth. mit ihrem glänzenden Stamm und weißen Dornen und den süß duftenden gelben Blüten, trägt viel zu dem Charakter der Landschaft bei. Andere Sträucher, die aber in dem östlichen Teil viel häufiger vorkommen, sind: *Capparis aphylla* Roth und *C. spinosa* Lamk., *Helicteres ixora* Linn., *Grewia populifolia* Vahl., *G. pilosa* Lamk., *G. villosa* Willd., *G. salvifolia* Heyne: *Zizyphus nummularia* W. et A. und *Z. xylopyrus* Willd.; *Cassia auriculata* Linn.; *Clerodendron phlomoides* Linn. f.; und *Vitex negundo* Linn. *Tamarix gallica* Linn. und *T. dioica* Roxb., die auch in dem östlichen Teil vorkommen, zusammen mit *T. articulata* Vahl und *Myricaria germanica* Desv. sind im Bett des Luniflusses und an anderen salzigen Stellen zu finden. *Balanites Roxburghii* Planch. ist noch häufig. *Commiphora mukul* Engl. wird im Westen häufiger. *Ephedra foliata* Stapf var. *ciliata* kommt auch in dieser Gegend vor. *Alhagi maurorum* Desv., der Kameeldorn, ist eine auffällige Erscheinung an sandigen Stellen. Zusammen mit ihm kommen *Calotropis procera* Br., *Orthanthera viminea* W. et A. sowie *Periploca aphylla* Dcne., vor.

Von den Kräutern sind die folgenden wichtig. *Peganum harmala* Linn., und *Polygala abyssinica* Fresen. sind stellenweise sehr häufig. Von den Leguminosen sind *Crotalaria Burrhia* Hamilt. und *Tephrosia purpurea* Pers. die häufigsten. Die Kompositen sind durch einige *Blumea*, *Vernonia cinerea* Less., *Pluchea lanceolata* Oliv. und *Launea nudicaulis* Less. vertreten. Einige andere Arten dieser Familie kommen an bewässerten Stellen vor. Von den Acanthaceen sind *Lepidagathis trinervis* Nees und *Barleria noctiflora* Linn. f. am häufigsten zu finden; *Justicia procumbens* Linn. und *Peristrophe bicalyculata* Nees kommen hier und da zur Entwicklung. Die Boraginaceengattungen *Eritrichium* und *Arnebia* sind durch zahlreiche Arten vertreten. Eine Anzahl Arten von *Cleome*, *Farsetia*, *Abutilon* und *Sida* sind gleichfalls häufig. Eine Anzahl Vertreter anderer Familien sind an bewässerten Stellen, wo der Boden etwas Humus aufweist, zu finden. Die Amarantaceen sind durch *Achrynanthes aspera* Linn., *Alternanthera sessilis* Br., *Amaranthus spec.*, *Aerua lanata* Juss. und *Pupalia lappacea* Moq. vertreten. Chenopodiaceen aus den Gattungen *Anabasis*, *Atriplex*, *Salsola* und andere kommen an salzigen Stellen vor. Eine *Orobanche* findet sich auf den Wurzeln von *Calotropis procera* Br. Die Teiche beherbergen Arten wie *Vallisneria spiralis* Linn., *Utricularia stellaris* Linn. f., *Potamogeton pectinatus* Linn. und *P. natans* Linn.; an ihren Ufern wachsen eine Anzahl Cyperaceen, von denen *Scirpus grossus* Linn. f. die auffälligste ist. Die Gräser sind durch Arten von *Andropogon*, *Anthisteria*, *Cenchrus* und anderen Gattungen vertreten. *Calligonum polygonoides* Linn. kommt an der Grenze von Sind vor.

VI. Die Fauna.

Zum Schluß sei es mir noch gestattet, kurz über die Fauna dieses Gebietes zu berichten. Dies scheint mir wichtig, erstens weil Tiere eine wichtige Rolle bei der Verbreitung der Pflanzen spielen, und zweitens weil tiergeographische Gebiete in vieler Hinsicht mit den pflanzengeographischen zusammenfallen. In diesem Zusammenhange möchte ich eine von W. T. Blanford hervorgehobene Tatsache erwähnen, daß Punjab, Sind und Rajputana eine Fauna besitzen, die von der des übrigen Indiens stark abweicht und zu der Fauna des südwestlichen Asiens und Nordafrikas enge Beziehungen aufweist. Der Parallelismus zwischen den floristischen und faunistischen Beziehungen von Punjab, Sind und westlichem Rajputana zu ihren Nachbargebieten ist so auffallend, daß es mir berechtigt erscheint, anzunehmen, daß hier Tiere tatsächlich bei der Verbreitung der Pflanzen eine wichtige Rolle gespielt haben müssen. Die Tiere, welche für die Pflanzenverbreitung in Betracht kommen, sind je nach den Gebieten verschieden. Besonders in der Wüste von Rajputana kommen außer Sandhühnern eine Rattenart, ein wilder Esel, eine Gazelle und andere Säugetiere in Betracht. Man darf auch den Anteil des Menschen und seiner Nutztiere an der Pflanzenverbreitung nicht vergessen.

Spezieller Teil.

Morphologische Verhältnisse der Verbreitungsmittel.

In diesem Abschnitte will ich die gewonnenen Resultate über die Verbreitungsmittel der untersuchten Arten wiedergeben. Das untersuchte Material wurde dem Herbarium des Botanischen Museums zu Dahlem-Berlin entnommen. In Fällen, wo das indische Material nicht ausreichte, habe ich die gleichen Arten aus anderen Gebieten der Erde zur Untersuchung herangezogen. Wo kein Material der betreffenden Arten zur Verfügung stand, habe ich mich nach den Angaben in der einschlägigen Literatur, sowie Abbildungen, soweit solche vorhanden waren, gerichtet. Für Artenbegrenzung und Standortsangaben und dergleichen ist Hookers »Flora of British India« meine Hauptquelle gewesen. Für einige Arten aus Sind, die seit dem Erscheinen dieses Werkes bekannt geworden sind, habe ich Cookes »Flora of the Bombay Presidency« herangezogen. Aitchisons »Catalogue of the Plants of Punjab and Sind« war auch wertvoll.

Übersichtshalber werden die Ergebnisse in Form von Tabellen wiedergegeben, die die Arten mit gleichen Verbreitungsmitteln vereinigen. Da ich eine Umgruppierung von Hildebrands Typen vorgenommen habe, empfiehlt es sich, dieselben hier wiederzugeben. Die Untergruppen der Haupttypen ergeben sich aus den Tabellen.

Aktive Verbreitungsweise.

I. Haupttypus: Früchte mit Einrichtungen zur Ausschleuderung der Samen.
   - a. Der Schleudermechanismus beruht auf dem besonderen Bau des Perikarp.
   - b. Ausbildung besonderer Organe (Jakulatoren usw.) zur Ausschleuderung der Samen.

Passive Verbreitungsweise.

Verbreitungseinheiten (Früchte oder Samen) mit besonderen Ausrüstungen (Verbreitungsmittel).

II. Haupttypus: Verbreitung durch Wind.
   - A. Kleinheit der Samen und Früchte.
   - B. Flache Samen.
   - C. Flache Früchte.
   - D. Blasige Früchte.
   - E. Flügelbildung.
   - F. Behaarung.

III. Haupttypus: Verbreitung durch Tiere.
   - A. Endozoische Verbreitung (fleischige Früchte).
   - B. Epizoische Verbreitung (stachlige und hakige Ausrüstungen).

IV. Haupttypus: Verbreitung durch Wasser.

Verbreitungseinheiten (Früchte oder Samen) ohne besondere Ausrüstungen.

V. Haupttypus: Die Öffnung der Samenbehälter erfolgt in der Weise, daß die Samen in eine für die Ausstreuung durch vorbeikommende Tiere oder Wind vorteilhafte Lage gebracht werden.

In den folgenden Tabellen, die für jeden großen Verbreitungstypus getrennt angefertigt sind, werden die Arten zunächst aufgezählt. Ein X vor der Art bedeutet Xerophyt, ein H an derselben Stelle Halophyt. Das Fehlen dieser Bezeichnungen bedeutet, daß die Art sub-xerophytisch ist. Die Verbreitung wird durch hinzugefügte Signaturen angegeben. Die Signaturen P, S und R bedeuten Punjab, Sind und Rajputana. Die Verbreitung außerhalb des nordwestlichen Indiens wird ohne Abkürzung angegeben.

Jeder Tabelle wird eine Zusammenstellung der Florenelemente, die innerhalb einer Gruppe vertreten sind, beigefügt, etwaige Endemismen nach ihrer Art geprüft und der Versuch gemacht, an der Hand vorhandener Daten die Wege für ihre Einwanderung festzustellen. Am Schluß der Arbeit werden die gewonnenen Resultate zusammengefaßt.

Über die Zugehörigkeit zu einem Florengebiete habe ich nach den heutigen Anschauungen über dieses Thema entschieden. Danach gehört eine Art zu einem Florengebiete, wo ihr Hauptverbreitungszentrum liegt. Von diesem Punkt aus verbreitet sie sich in alle Richtungen, was ihr Vorkommen auch in anderen Florengebieten erklären läßt. Die charakteristisch zu einem Florengebiete gehörigen Arten werden auch als Florenelemente bezeichnet. Nur in einer Hinsicht mußte ich von den heutigen Anschauungen abweichen. Pflanzen, für die als Verbreitungsareal (außerhalb des nordwestlichen Indiens) Persien, Arabien, tropisch oder Nordafrika angegeben worden ist, habe ich nur zu dem arabisch-afrikanischen Florenelement gerechnet. In diesem Falle die Arten als zu dem mediterranen und tropisch-afrikanischen Florengebiete gehörig zu betrachten, wäre vielleicht schematisch korrekt, aber in Wahrheit nicht richtig. Persien hat eben, wie die meisten politisch umfangreichen Länder der Erde eine gemischte Flora, die hier auch tropisch-afrikanische Arten enthält. Der Anteil dieser Arten ist im Süden des Landes und an der Küste des persischen Golfes viel größer, als im Norden und in der Mitte des Landes. Vielleicht empfiehlt es sich später, wenn die persische Flora besser bekannt wird, diesen Teil des Landes aus dem mediterranen Gebiete auszuschließen und dem arabisch-afrikanischen hinzuzurechnen. In dieser Beziehung möchte ich auch auf die Tatsache hinweisen, daß die floristischen Beziehungen zwischen Arabien, tropisch-Afrika und Indien sehr alt sind, und daß ein reger Austausch von Arten in beiden Richtungen stattgefunden hat, der sich nur über das nordwestliche Indien, Baluchistan und Süd-Persien voll-

ziehen konnte. Beispiele von afrikanischen Arten, die in Indien vorkommen, sind allgemein bekannt. Daß es aber Arten gibt, die von Indien nach dem tropischen Afrika gekommen sind, ist nicht allgemein bekannt. Als Beispiele hierfür nenne ich *Cocculus Leaeba* D. C. und *Cissampelos pareira* Linn., die nach den Feststellungen von Diels in Indien ihren Ursprung gehabt haben.

Fast dasselbe kann man von Baluchistan sagen. Der südliche Teil oder Mekran besitzt eine Flora, die der arabisch-afrikanischen ähnlich ist, während der nördliche Teil eine östlich-mediterrane Flora besitzt. Eine genaue Begrenzung dieser Teile ist aber heute nicht möglich.

Arten, die zu einer Gattung gehören, habe ich als »verwandt« betrachtet. Diese Verwandtschaft ist abgestuft je nach ihrer Zugehörigkeit zu kleineren Gruppen wie Untergattungen, Sektionen usw. Die geographische Verbreitung wird auch in jeder Hinsicht berücksichtigt.

Arten, die nur in einem Gebiet vorkommen, sind als endemisch für dieses Gebiet zu betrachten. Arten, die zu einer Gattung mit zusammenhängendem Verbreitungsareal gehören und hier nur in einem Teile vorkommen, halte ich für progressive Endemismen. Arten einer Gattung, die verschiedene disjunkte Verbreitungsgebiete bewohnen, halte ich für Relikte.

»Weit verbreitet« sind Arten, die mindestens in zwei Florengebieten weit verbreitet sind. Arten, die außerhalb des nordwestlichen Indiens nur in Baluchistan oder Afghanistan vorkommen, habe ich als nordwestlichindisch bezeichnet.

Aktive Verbreitungsweise.

I. Haupttypus: Früchte mit Einrichtungen zur Ausschleuderung der Samen.

a. Der Schleudermechanismus beruht ausschließlich auf dem besonderen Bau der Perikarp.

Euphorbia granulata Forsk. PS Malwa, Afghanistan, Ägypten, Canarische Inseln.

X *E. neriifolia* Linn. PSR Madagaskar, Indien.

Andrachne telephioides Linn. P ganzes Mediterrangebiet.

A. aspera Spreng. S Persien, Arabien, tropisch Afrika.

Chrozophora obliqua A. Juss. PS Nordindien, Arabien, Nordafrika.

b. Der Schleudermechanismus beruht auf Ausbildung besonderer Organe (Jakulatoren) zu diesem Zweck.

Ruellia patula Jacq. SR Dekkan, Ceylon, Birma, Arabien, tropisch Afrika.

X *R. longifolia* T. Anders. S Baluchistan.

Lepidagathis rigida Dalz. S Bombay Ghats.

X *L. calycina* Hochst. S Baluchistan, Abessinien.

X *Barleria Hochstetteri* Nees. S SW-Asien und Nordost-Afrika.

X *B. acanthoides* Vahl. PS Baluchistan, Arabien, tropisch Afrika.
X *Blepharis sindica* Stocks. PS Endemisch.
X *B. edulis* Pers. PS Persien, Arabien, Nord- und Ostafrika.

Die Florenelemente und ihre Verbreitung:

	Weit verbreitet	Ind.- u. ind.-malay.	Arab. u. afrik.	Medit.	NW.-ind.	End.
PSR	—	1	—	—	—	—
PS	1	—	3	—	—	1
SR	1	—	—	—	—	—
P	—	—	—	1	—	—
S	—	1	3	—	1	—
Sa.	2	2	6	1	1	1

Von 13 Arten mit aktiver Verbreitungsweise sind 2 weit verbreitet. Zwei sind indisch-indomalayisch, davon 1 in PSR vorkommt. Ihre Einwanderung ist über P oder R anzunehmen. Die zweite, *Lepidagathis rigida*, kommt sonst in Bombay Ghats vor, was darauf hindeutet, daß sie entlang der Westküste nach Sind angelangt ist.

Die 6 afrikanischen Arten sind alle in S vertreten, 3 ausschließlich dort. Dieses deutet darauf hin, daß die afrikanischen Arten für ihre Einwanderung den Weg über Baluchistan und Sind gewählt haben.

Die einzige mediterrane Art *Andrachne telephioides* kommt in P vor, was auch der Weg für mediterrane Pflanzen nach der Indus-Ebene gewesen ist. *Ruellia longifolia*, die außer S nur in Baluchistan vorkommt, sowie *Blepharis edulis*, die in S endemisch ist, sind als progressive Endemismen zu betrachten.

Es ist interessant, diese Tatsachen in einer Gruppe von Pflanzen mit aktiver Verbreitungsweise festzustellen, weil für sie nur ein schrittweises Vordringen möglich ist.

Passive Verbreitungsweise.

Verbreitungseinheiten (Früchte oder Samen) mit besonderen Ausrüstungen (Verbreitungsmittel).

II. Haupttypus: Verbreitung durch Wind.

A. Kleinheit und Leichtigkeit der Samen und Früchte als Verbreitungsmittel.

a. Samen können sich auch in ruhiger Luft schwebend erhalten.

Zeuxine sulcata Lindl. PS Das ganze Vorder- und Hinterindien, Afghanistan, China, Java, Philippinen.

b. Samen können nur durch stärker bewegte Luft verbreitet werden.

b. 1. Samen mit schwammiger Schale.

Peganum harmala Linn. PSR Arabien, Nordafrika, westlich bis Spanien.
Vahlia viscosa Roxb. PS Indien, Persien, tropisch Afrika, Ägypten.

b. 2. Samen ohne schwammige Schale.

Bergia odorata Edgw. PSR Tropisch Afrika, Ägypten.

X *Oldenlandia retrorsa* Boiss. S Arabien.

X *Aizoon canariense* Linn. S Afghanistan, Arabien, tropisch Afrika, canarische Inseln, Azoren, Madeira, Socotra.

Orygia decumbens Forsk. PS Dekkan, westliches Asien, ganzes Afrika.

Linaria ramosissima Wall. PS Indien, Ceylon, Birma, Afghanistan.

Linaria cabulica Benth. PS Nord- und Zentralindien, Baluchistan, Afghanistan, Persien.

X *Schweinfurtia pedicellata* Benth. u. Hook. S Arabien.

Antirrhinum oronticum Linn. P Afghanistan u. westl. bis N.-Afrika, England.

Lindenbergia abyssinica Hochst. S Arabien, trop. Afrika.

Striga orobanchoides Benth. SR Westl. Indien, Arabien, trop. u. S.-Afrika.

Cistanche tubulosa Wight. PS Westl. bis Arabien, Zentral-Asien.

c. Früchte oder die Teile, in welche sie bei der Reife zerfallen, so klein, daß sie durch den Wind verbreitet werden.

c. 1. Früchte nur aus dem Fruchtknoten entstanden.

Eragrostis papposa Steudel. PS Westl. bis Arabien, N.-Afrika, Spanien.

E. coromandelina Trin. R N.- u. S.-Indien, Birma.

Sporobolus iocladus Nees. S Süd-Afrika.

S. glaucifolius Hochst. PS tropisch Afrika.

S. arabicus Boiss. PS N.-Indien, Baluchistan, Afghanistan, Arabien.

S. sindicus Stapf. S.

c. 2. Früchte, an denen noch andere Teile als der Fruchtknoten bei der Bildung teilgenommen haben.

Artemisia scoparia Waldst. PS N.-Indien, W.-Himalaya, Afghanistan bis Mittel-Europa, W.-Tibet, Japan. (Hooker vermutet nach der Beschaffenheit der Wurzeln indischer Exemplare dieser Art, daß sie dort perenniert.)

Die Florenelemente und ihre Verbreitung:

	Weit verbreitet	Indo-malay.	Arab. u. afrik.	Medit.
PSR	—	—	1	1
PS	2	2	5	1
RS	—	—	1	—
P	—	—	—	1
S	—	—	6	—
R	—	1	—	—
Sa.	2	3	13	3

Wenn wir die Ergebnisse zusammenfassen, finden wir, daß 2 Arten weit verbreitet sind, 3 Arten zeigen indo-malayische, 13 arabisch-afrikanische

und 3 mediterrane Verwandtschaft. Das Überwiegen arabisch afrikanischer Arten ist sehr auffallend. *Sprobolus sindicus*, die nur von einem Standort (20 Meilen von Karachi) in der letzten Zeit gefunden worden ist, halte ich nicht für endemisch. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Art auch in den angrenzenden Baluchistan gefunden werden wird, zumal dieses Gebiet botanisch noch mangelhaft erforscht ist. Ich habe diese Art zu den afrikanisch-arabischen gerechnet. Wir haben daher im ganzen 13 Arten von 19 (ohne die weit verbreiteten), oder rund 68 %, die arabisch-afrikanische Verwandtschaft aufweisen. Sie sind alle in Sind vorhanden, 6 ausschließlich dort. Wir haben hier einen neuen Beweis für die Einwanderung afrikanischer und arabischer Arten über Sind. Von den mediterranen Arten sind 2 im ganzen Mediterrangebiet verbreitet, die dritte *Linaria cabulica* kommt nur östlich von Persien vor.

B. Flache Samen als Verbreitungsmittel.

Dipcadi unicolor Baker S Arabien, Ägypten.

D. hydsuricum Baker P Endemisch.

Gagea reticulata Schultes P Westlich bis Griechenland; Nord-Afrika; Turkestan.

Das Vorkommen von *Dipcadi unicolor* nur in Sind, und das von *Gagea reticulata* nur in Punjab liefern einen Beweis für die Ansicht, daß die arab.-afrik. Arten durch Sind und die mediterranen Arten durch Punjab eingewandert sind. *Dipcadi hydsuricum* ist wahrscheinlich durch progressiven Endemismus entstanden.

C. Flache Früchte (ganz oder Teile, in welche sie bei der Reife zerfallen) als Verbreitungsmittel.

Länglich plattenförmige Hülsen.

X *Acacia eburnea* Willd. PS In trockeneren Gegenden Indiens, Ceylon, Afghanistan, Arabien.

X *A. Jacquemontii* Benth. PSR Nord-Indien, Gujerat.

X *A. Catechu* Willd. P Dekkan, Gujerat, trop. Afrika.

X *A. Catechu* Willd. var. *sundra* Prain. R Westl. Indien, Ceylon, Birma.

X *A. Senegal* Willd. PSR Baluchistan, Arabien, trop. Afrika.

X *A. leucophloea* Willd. PR Ceylon, Birma, Malay-Inseln, Java.

Von den 5 Arten und 1 Varietät, die dieses Verbreitungsmittel besitzen, sind zwei im ganzen Gebiet vorhanden, 1 davon ist auch im arab.-afrik. Gebiet zu Hause. *A. senegal* ist sicher eine afrikanische, *A. Jacquemontii* dagegen eine indische Art, *A. Leucophloea* ist eine indo-malayische Art, die nicht bis Sind vordringen konnte. *A. catechu* ist in Nord-Indien und in trop. und Ostafrika gefunden worden, und die var. *Sundra* in Rajputana und Süd-Indien. Die Verbreitung entspricht unserer Ansicht über die Einwanderung.

D. Blasige Früchte dienen als Flugorgan.

Abutilon bidentatum Hochst. PS Arabien, Abessinien, Ägypten, trop. Afrika.

A. muticum Sweet. S Nord- und West-Indien, Afghanistan, Syrien, Arabien, Nubien, trop. Afrika.

A. graveolens W. et A. S Ganges-Ebene, Süd-Indien, Ceylon, Java, Australien, Baluchistan, trop. Afrika.

Crotalaria Burrhia Ham. PSR Gujerat, Afghanistan, Baluchistan.

X *Alhagi camelorum* Fisch. PSR Arabien, Ägypten, Baluchistan.

Von 5 Arten kommen 2 im ganzen Gebiet vor, davon ist 1 arab.-afrik. Verwandtschaft, die zweite kommt außerhalb des Gebietes nur in Afghanistan und Baluchistan vor. Eine Art, *Abutilon bidentatum,* die in PS vorkommt, ist afrikanischer Verwandtschaft. Von zwei Arten, die in S allein vorkommen, ist eine afrikanischer Verwandtschaft, die andere eine weit verbreitete Art.

Zusammenfassend finden wir 3 arab.-afrik., 1 n.w.-indische und 1 weit verbreitete Art. Sämtliche Arten kommen in S vor. Das Vorkommen aller afrikanischen Arten in S ist ein weiterer Beweis für die Ansicht, daß die afrikanischen Arten über Sind eingewandert seien.

E. Ausbildung von Flügelanhängen.

a. Samen geflügelt.

a. 1. Same am Ende kurz geflügelt.

Rhazya stricta Decne. PS Afghanistan, Baluchistan, Arabien.

a. 2. Same mit einem häutigen Saum umgeben.

Farsetia Jacquemontii Hook. F. u. T. PSR Afghanistan, Baluchistan.

F. Hamiltonii Royle. PSR Afghanistan, Arabien, Algerien.

F. aegyptiaca Turr. PR Afghanistan, Arabien, Nord-Afrika.

Tecomella undulata Seem. PSR Baluchistan, Arabien.

Campylanthus ramosissimus Wight. S Baluchistan. (Boissier in Fl. Or. beschreibt die Samen als »orbicubulato-compressa, hyalino-alata«. Ob dieser Flügel aber von der Testa der Samen ausgeht oder einen Auswuchs des Funiculus — wie in anderen Arten der Gattung — darstellt, muß dahingestellt bleiben.)

a. 3. Same mit 3 Flügeln.

Moringa Concanensis Nimmo. SR Indien, Baluchistan.

a. 4. Same mit 2—5 Flügeln versehen.

Schweinfurthia sphaerocarpa A. Braun. S Baluchistan, Afghanistan.

b. Samen in eine geflügelte Schließfrucht eingeschlossen.

b. 1. Frucht einsamig.

Dipterygium glaucum Decne. PS Arabien, Nordost-Afrika. (Frucht plattgedrückt, mit einem Flügelsaum ringsum versehen.)

Anogeissus pendula Edgw. PR N.- und Zentral-Indien, Gujerat (zwei Kanten der Fruchtknoten wachsen aus in zwei Flügeln, die die Frucht krönen).

Pteropyrum Oliverii Jaub. et Spach. S Persien, Afghanistan (die Nuß ist dreikantig; von jeder Kante wird ein senkrechter Flügel ausgebildet, der durch Drehung der Samen während des Wachstums der Flügel in zwei Teile getrennt wird, so daß am Ende der obere Teil des Flügels einer Kante mit dem unteren Teil des Flügels der benachbarten Kante alterniert).

Launea glomerata Cassini. PS Persien, Arabien, Ägypten.

b. 2. Frucht mehrsamig, in einsamige Teile zerfallend, die geflügelt sind.

Sophora mollis Grach. P Nord-Indien.

S. mollis Grach. var. *hydaspidis*. P Endemisch.

Zosimia orientalis Hoffm. PS Baluchistan, Afghanistan und westlich bis Südost-Europa. (Seitenrippen der Frucht mit einem dünnen, korkigen Flügel versehen.)

X *Dodonea viscosa* Linn. PS In allen wärmeren Ländern. (Hat Kapseln, die dreikantig und dreiflügelig sind; die Kapsel enthält 1—6 Samen, die durch Öffnung der Kapsel und das Wegfallen der Klappen herausfallen. Es ist mir nicht klar geworden, wie der Mechanismus hier fungiert.)

c. Blütenhülle bleibend und als Flugorgan dienend.

c. 1. Zwei von den 5 Kelchblättern haben die Form von Flügeln.

Polygala abyssinica Fresen. PR Afghanistan, Abyssinien bis Natal. Trop. und subtrop. Himalaya. (Die Kapsel ist auch mit einem schmalen Flügel versehen, Samen sind behaart.)

P. Hohenackeriana Fisch. et Mey. P Afghanistan, Baluchistan, Persien, Kaukasus. (Samen dicht behaart, Kapsel mit einem breiten, häutigen Flügel.)

P. erioptera Dc. PS Arabien, trop. Asien, trop. Afrika. (Samen dicht behaart.)

P. irregularis Boiss. S Baluchistan, Arabien, Cordofan. (Kapsel mit einem häutigen Rande, Samen dicht mit kurzen Haaren versehen.)

c. 2. Kelch als Ganzes bleibend und als Flugorgan dienend.

X *Psoralea plicata* Delile. PS Arabien, Ägypten, trop. Afrika.

H *Statice Stocksii* Boiss. S Kathiawar, Baluchistan.

d. Kelchzipfel wachsen nach der Bestäubung aus und bilden die Flugorgane.

Gaillonia calycoptera Jaub. et Spach. P Persien, Arabien, Nubien.

G. hymenostephana Jaub. et Spach. PS Baluchistan, Afghanistan, Arabien.

e. Perigonblätter schließen um den Fruchtknoten und entwickeln je einen horizontalen häutigen Flügel, die zusammen einen Fallschirm-Apparat darstellen.

H *Kochia scoparia* Schrader. PS Nord- u. Zentralasien bis Japan; westlich bis nach Spanien.
H *K. indica* Wight. PS Dekkan, Afghanistan, Baluchistan.
H *Haloxylon recurvum* Bunge. PS Süd-Indien, Birma, Junnan, Nord-Baluchistan, Afghanistan.
H *H. salicornicum* Bunge. S Baluchistan, Afghanistan.
H *H. multiflorum* Bunge. P Afghanistan.
H *Salsola Kali* Linn. P Afghanistan und westlich bis zum Atlantischen Meer; westliches Tibet; Nord-Asien, Nord- und Süd-Afrika, Australien, Nord-Amerika.
H *S. foetida* Delile. PS Baluchistan, Persien, Arabien, Nord-Afrika.
H *S. verrucosa* M. Bieb. P Sibirien, Persien, Armenien, Kaukasus, Süd-Rußland.
H *Anabasis phyllophora* Kar. et Kir. P Turkestan, Altai, Tsungarei.
H *A. setifera* Moq. P Persien, Arabien, Ägypten.

f. Aufgeblasenes Perigon als Flugorgan.

H *Suaeda fruticosa* Forsk. PS Westlich bis zum Atlantischen Meer; Afrika; Amerika.
H *S. monoica* Forsk. S Süd-Indien; Konkan, Arabien; trop. Afrika.

g. Flügelkelch; dient nur als Windfang, indem der Wind sich hinter seine große Fläche setzt und die Früchte hin und her bewegt, wobei sie schließlich herausfallen und fortgetragen werden.

Orthosiphon pallidus Royle. P Indien, Baluchistan, Arabien.
Salvia aegyptiaca Linn. P Afghanistan, westl. Asien, Nord-Afrika bis Cap-Verde-Inseln.
S. aegyptiaca Linn. var. *pumilla*. PS Afghanistan, Baluchistan, Dekkan, Gujerat.
S. santolinifolia Boiss. S Afghanistan, Persien.
Stachys parviflora Benth. P Afghanistan.
Otostegia limbata Benth. P.
Phlomis Stewartii Hook. f. P.

h. Bleibende trockene Brakteen fungieren als Flugorgan.

Senra incana Cav. S Nord-Indien, Arabien, trop. Afrika, Agypten, Socotra. (Die drei Brakteen sind häutig, umschließen die verhältnismäßig kleine Frucht und sind die Hauptverbreitungsmittel. Das spez. Gewicht des Ganzen wird ferner herabgedrückt durch die bleibenden trockenen Kelchblätter, durch einen schmalen Flügel an den Karpellen selbst und schließlich durch die Behaarung der Samen.)
Melhania Denhamii R. Br. S Baluchistan, Arabien, trop. Afrika.

Die Florenelemente und ihre Verbreitung:

	Weit verbreitet	Indisch	Arab. u. afrik.	Z.-asiatisch	Medit.	NW.-indisch	Endem.
PSR	—	1	—	—	2	—	—
PS	5	—	2	—	5	2	—
SR	—	1	—	—	—	—	—
PR	—	1	1	—	—	—	—
P	2	2	1	1	3	3	3
S	—	—	4	—	2	4	—
						2	
Sa.	7	5	8	1	12	9	3

Zusammenfassend können wir sagen: von 45 Arten mit Flügelanhängen als Verbreitungsmittel sind 7 weit verbreitet. 5 Arten sind indischer Herkunft, und da sie sämtlich in P oder R vorkommen, ist deren Einwanderung über diese leicht erklärlich.

Von den 8 arab.-afrik. Arten kommen 6 in S vor, so daß ihre Einwanderung klar ist. Von *Polygala abyssinica* ist es mir nicht möglich gewesen, die Angaben von Hooker und King über ihr Vorkommen in Punjab und Rajputana nachzuprüfen; Chodat gibt sie allerdings in seiner Monographie der Gattung *Polygala* für dieses Gebiet nicht an. Von *Gaillonia calycoptera* ist das Vorkommen in Punjab nicht sicher, da nach Hooker die indischen Exemplare dieser Art mangelhaft waren. Nach dem Herbarmaterial in Kew kommt sie bei Attock am Indus vor. Ich habe sie auch nicht untersuchen können.

Die zentralasiatische *Anabasis phyllophora* kommt nur in P vor, das ihr geographisch am nächsten liegt.

Von 12 Arten mediterranen Ursprungs kommen 10 in P vor, was nach meiner Ansicht auf ihre Einwanderung über P hinweist. Über die 2 mediterranen Arten, die nicht in P vorkommen, läßt sich folgendes anführen. *Pteropyrum Oliveri* ist nach Boissier in Nord-Persien bei Teheran sowie bei Schurab zwischen diesem Areal und Isfahan und in Afghanistan be Tarnu sowie am Bolan-Paß (in Nord-Baluchistan) gefunden worden. Da der Bolan-Paß direkt in das nördliche Sind führt, ist das Vorkommen dieser Art bei Laki am Indus leicht erklärlich. *Salvia santolinifolia* kommt, nach Boissier, in der Wüste am Persischen Golf vor. Es liegt die Vermutung nahe, daß diese Art auch in Baluchistan vorkommt.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung derjenigen Arten, die in Teilen unseres Gebietes und ihrer angrenzenden Länder endemisch sind. *Farsetia Jacquemontii* kommt in PS und Afghanistan und Baluchistan vor; sie ist als ein progressiver Endemismus zu betrachten. *Schweinfurthia sphaerocarpa* gehört einer Gattung an, die Arten arab.-afrik. Herkunft aufweist. *Haloxylon recurvum* gehört einem Gattungstypus an, der viele zentral-

asiatische Arten besitzt. Diese beiden Arten kommen außer in S nur in Afghanistan und Baluchistan vor. *Campylanthus ramosissimus* und *Statice Stocksii* kommen nur in S und Baluchistan vor. Die erste Art gehört einer Gattung an, die nur vier andere Arten, je eine auf den Canarischen Inseln, den Cap-Verde-Inseln, in West-Afrika und auf der Insel Socotra besitzt. Sie ist als eine Relikt-Pflanze zu betrachten. *Statice Stocksii* ist ein progressiver Endemismus.

Kochia indica, *Haloxylon multiflorum* und *Stachys parviflora* kommen nur in P und Afghanistan vor. Alle sind als progressive Endemismen zu betrachten. *Salvia argyptiaca* var. *pumilla* ist eine Varietät dieser Art, die außer in Afghanistan und Baluchistan auch in Süd-Indien verbreitet ist. P weist drei Endemismen auf, von denen einer *Sophora mollis* var. *hydaspidis*, eine Varietät einer indischen Art ist. Die 2 anderen Arten *Otostegia limbata* und *Phlomis stewartii* sind progressive Endemismen.

Die tatsächliche Verbreitung der untersuchten Arten liefert uns einen neuen Beweis für die Annahme, daß die arab.-afrik. Arten ihren Weg nach Indien über Baluchistan und Sind gefunden haben. Die mediterranen Arten sind dagegen in den meisten Fällen über Afghanistan nach dem Punjab gelangt. Die Verbreitung von *Pteropyrum Oliveri* hat uns aber gezeigt, daß die mediterranen Pflanzen einen anderen Weg über Nord-Baluchistan nach Sind einschlagen können. Die indischen Arten kommen über P oder R ins Gebiet.

F. Ausbildung haariger und fedriger Anhänge an Samen oder ihrer Umgebung.

a. Samen an der ganzen Oberfläche behaart.

Hibiscus micranthus Linn. S Wärmere Teile Vorderindiens, tropisch Afrika, Arabien.

H. sindicus Stocks. S Baluchistan.

Gossypium Stocksii Masters. S Östliches und Nordafrika.

b. Samen mit einem Haarschopf versehen.

b. 1. Haarschopf vom Funiculus entspringend.

Salix tetrasperma Roxb. P Tropisch und subtropisch Vorderindien, Sumatra, Java.

S. acmophylla Boiss. P Afghanistan, Baluchistan und westlich bis Syrien.

Populus euphratica Oliv. PS Westliches und Zentralasien; westlich bis Syrien und Ägypten.

b. 2. Haarschopf von der Mikropyle entspringend.

X *Periploca aphylla* Decne. PSR Afghanistan, Persien, Arabien, Nubien.

Glossonema varians Benth. S Baluchistan und Persien.

X *Oxystelma esculentum* Br. PS Vorderindien, Hinterindien, Java, Ceylon.

X *Calatropis procera* Br. PSR Westliches und Zentral-Vorderindien, Persien, trop. Afrika, Birma.

X *Pentatropis cynanchioides* R. Br. PS Afghanistan und westlich bis zum Roten Meer, Nubien.
X *Daemia extensa* R. Br. PS Ganz Vorderindien, Afghanistan.
X *Sarcostemma Stocksii* Hook. f. S Dekkan.
X *Leptadenia spartium* Wight. PS Gujerat, Kathiawar, Cutch, Baluchistan, Arabien, Senegambien.
X *Orthanthera viminea* W. et A. PR Entlang des Fußes des Himalaja bis Oudh.
X *Brachystelma parviflorum* Hook. f. P Endemisch.
X *B. attenuatum* Hook. f. P Endemisch.
X *Ceropegia bulbosa* Roxb. PS Westliches und südliches Vorderindien.
X *Caralluma edulis* Benth. PS Endemisch.
X *C. tuberculata* (DC.) N. E. Br. P Afghanistan, Baluchistan.

b. 3. Haarschopf von der Chalaza entspringend.

H *Tamarix gallica* Linn. var. *indica*. PSR.
H *T. salina* Dyer. P Endemisch.
H *T. dioica* Roxb. PSR Ganz Vorderindien und Birma.
H *T. articulata* Vahl. PSR Baluchistan und westlich bis Ägypten und Südafrika.
H *T. ericoides* Rottl. S Vorderindien, Ceylon.
H *T. stricta* Boiss. S Baluchistan.
H *Myricaria germanica* Desv. R Afghanistan, westl. Asien und Himalaja.

c. Frucht mit Haarschopf versehen (Pappusbildung).

X *Vernonia cinerascens* Schulz. Bip. PSR Baluchistan, Abyssinien, China, malayisches Gebiet.
X *Pluchea ovalis* Dc. P trop. Afrika.
X *P. tomentosa* Dc. S Ganz Vorderindien ohne Punjab und Rajputana.
X *P. Wallichiana* Dc. PS Baluchistan, Khandesh.
X *P. lanceolata* Oliv. PS Indien, Afghanistan, Baluchistan, trop. Afrika.
X *P. Arguta* Boiss. PS Baluchistan.
X *Inula grantioides* Boiss. S Cutch, Waziristan.
X *Pulicaria crispa* Benth. P Nordindien, westlich bis Arabien, ganz tropisch Afrika, Kanarische Inseln, Cap-Verde-Inseln.
H *P. glaucescens* Jaub. et Spach. PS Baluchistan, Süd-Persien.
H *P. Boissieri* Hook. f. S Endemisch.
X *P. Stocksii* Boiss. S Endemisch.
(Die *Pulicaria*-Arten besitzen einen doppelten Pappus. Der äußere, aus Schuppen bestehend und mit dem inneren zusammengewachsen, der aus flachen, starren Haaren besteht.)
Sonchus maritimus Linn. P Mediterrangebiet.
Launea chondrilloides Dc. PS Afghanistan, Persien, Arabien, Ägypten.
Dicoma Schimperi (Dc.) Baillon. S Arabien, Nubien.

(Der Pappus besteht aus 10 häutigen Blättchen, die beim Reifen der Achänen sich zu einem Stern auseinanderbreiten, eine dünne häutige Struktur besitzen und ein vortreffliches Flugorgan darstellen. Die Achänen sind mit braunen seidenen Haaren versehen, die das spezifische Gewicht vermindern.)

d. Kelch bleibend, mit sehr langen Haaren versehen und als Flugorgan dienend.

H *Halocharis violacea* Bunge. P Afghanistan, Baluchistan, Süd-Persien.
H *H. sulphurea* Moq. PS Assyrien, Persien, Nordbaluchistan, Turkestan.
H *Aerua javanica* Juss. PSR Westlich bis Arabien, trop. Afrika.

e. Basis und Stiel der Frucht behaart.

Paspalum pennatum Hook. f. S Gujerat, Baluchistan, Arabien, Abyssinien.
Pennisetum orientale Rich. PS West- und Nordindien, westlich bis Kleinasien, Nordafrika.
P. Prieurii Kunth. PR Trop. Afrika.
P. dichotomum Delile. PS Gujerat, Afghanistan und westlich bis nach Nordafrika.
Saccharum spontaneum Linn. PS Vorderindien, Südeuropa, Ost-Australien, wärmere Länder der Erde.
Erianthus Ravennae Beauv. PS Das ganze Mediterrangebiet.
Andropogon Aucheri Boiss. S Afghanistan, Nordafrika.
A. iwarancusa Jones. PSR Dekkan, westl. Himalaja und westlich bis Nordafrika.

f. Deckblätter behaart.

Tricholena teneriffae Parlat. PS Westl. bis nach S.-Europa und N.-Afrika. (Die Ährchen fallen als Ganzes ab. Die behaarten Deckspelzen fungieren als Flugorgan.)
Eneapogon elegans. T. Cooke. PS Dekkan, Birma.
(Das Ährchen ist hier mehrblütig, die Hüllspelzen nackt, die Deckspelzen hingegen gehen an den Spitzen in zahlreiche fedrige Borsten aus, die wie ein Kompositenpappus fungieren.)
Aristida hirtigluma Edgw. PS Westlich bis zum Atlantischen Meer und Südafrika.
(Granne dreiteilig, fedrig.)
Chloris pillosa Pers. PR Westl. bis zu den Canarischen Inseln.
C. virgata Sw. PR Vorderindien, Birma, China, Mongolei, westl. Tibet, westlich bis Algerien, trop. und S.-Afrika und Amerika.
Tristachya barbata Nees. PSR Arabien, Nubien.
(Die oberhalb der Mitte behaarten Grannen fungieren erst als Flugorgan und später nach Anfeuchtung durch ihre hygroskopischen Drehungen als Organe zur Befestigung in der Erde.)

g. Sterile Blüten des Blütenstandes behaart und dienen als Flugorgane.

Cotinus cogygria Scop. P Mediterrangebiet.

Die Florenelemente und ihre Verbreitung:

	Weit verbreitet	Ind. u. indomalayisch	Arab. u. afrik.	Mediterr.	NW.-indisch	Endemisch
PSR	1	1	6	—	—	—
PS	2	5	5	7	1	1
PR	1	1	2	—	—	—
P	—	1	2	4	1	3
S	—	3	6	—	3	2
R	—	—	—	1	—	—
Sa.	4	11	21	12	5	6

Die Betrachtung der Verbreitung von 59 Arten mit Haarbekleidung als Verbreitungsmittel ergibt folgendes:

Von 11 indischen und indomalayischen Arten kommen 8 in P oder R vor, was ihre Einwanderung aus dem benachbarten Teile Indiens vermuten läßt. 3 indische Arten, *Tamarix ericoides*, *Sarcostemma Stocksii* und *Pluchea tomentosa* kommen nur in S vor, was darauf hindeutet, daß ein zweiter Weg von Indien nach Sind vorhanden sein muß. Dieser Weg scheint entlang der westlichen Küste über Kathiawa und Cutch zu gehen, was die Verbreitung von *Tamarix ericoides* und *Pluchea tomentosa* erklärlich macht. *Sarcostemma Stocksii* hat ein disjunktes Areal bei Gadag im südlichen Indien und in Sind. Sie ist als ein Vertreter der paläo-afrikanischen Elemente zu betrachten[1]).

Von 21 Arten afrikanisch-arabischer Herkunft kommen 16 in Sind vor, 5 ausschließlich dort. Für diese kann der oft erwähnte Weg über Baluchistan angenommen werden. Die übrigen vier kommen in B. vor, aber wie ihr Vorkommen dort, ohne daß sie in S. gefunden worden sind, zu erklären wäre, ist mir nicht klar. An ein Überfliegen kann ich nicht denken, da ich glaube, daß auch Pflanzen mit Verbreitungsmitteln für Windtransport in den meisten Fällen nur schrittweise verbreitet werden[2]).

Von den 12 mediterranen Arten kommen 11 in P vor. Ihr Einwanderungsweg ist klar. *Myricaria germanica,* die im Mediterrangebiet verbreitet ist, kommt in Indien nur im Himalaya und nach King in Rajputana vor. Hooker gibt sie für dieses Gebiet nicht an.

Über die endemischen Arten läßt sich folgendes sagen. *Caralluma edulis* ist als eine ursprünglich indische Art zu betrachten, *Brachystelma attenuatum* sowie *B. parviflorum,* ebenso. *Pulicaria Boissieri* und *P. Stocksii*

1) Vgl. S. 38.

2) Vgl. S. 11.

gehören zu der Sektion *Platichaete* dieser Gattung, welche nur Arten aus Persien, Baluchistan, Sind enthält. Da das Areal der Gattung sich über das ganze Mittelmeergebiet und trop. Afrika erstreckt, möchte ich diese Arten als progressive Endemismen betrachten.

Von Arten, die in der Indusebene sowie in den angrenzenden Ländern vorkommen, ist *Pluchea arguta* als durch progressiven Endemismus entstanden zu betrachten. *Caralluma tuberculata* ist als eine ursprünglich indische Art anzusehen. *Hibiscus sindicus*, *Tamarix stricta* und *Inula grantioides* sind aus ähnlichen Gründen als progressive endemische Arten der betreffenden Gattungen zu betrachten.

Wir haben hier einen neuen Beweis für unsere Anschauungen über die Einwanderung der Pflanzen in die Indusebene aus dem benachbarten Gebiete.

III. Haupttypus: Verbreitung durch Tiere.

A. Endozoische Verbreitung. (Fleischige Früchte.)

a. Die ganze Fruchtwand wird fleischig.

X *Cadaba farinosa* Forsk. PS Arabien, trop. Afrika.
X *C. heterotricha* Stocks. S Ostafrika.
X *Capparis spinosa* Linn. PSR Mediterran., Westasien, trop. Afrika, Australien und Sandwich-Inseln.
X *C. aphylla* Roth. PSR Arabien, trop. Afrika.
X *C. sepiaria* Linn. PSR Ganz Vorderindien, Hinterindien, Ceylon, Philippinen.
X *C. horrida* Linn. SR Indomalayisches Gebiet, Java, Philippinen.
X *Ochradenus baccatus* Delile. S Persien, Arabien, Ägypten.
Cucumis trigonus Roxb. S Indomalayisches Gebiet, westlich bis nach Persien.
C. prophetarum Linn. S Baluchistan, Arabien, trop. Afrika.
Citrullus colocynthis Schrad. S Ganz Vorderindien, westl. Asien, Arabien, trop. Afrika, Spanien.
Corallocarpus epigea Hook. f. PS Dekkan, Ceylon, Gujerat.
C. velutina Hook. f. S Gujerat, Zentral-Afrika.
Blastamia fimbristipula Kotschy et Peye. S Gujerat, Arabien, trop. und Süd-Afrika.
X *Myrsine africana* Linn. P Afghanistan, Afrika.
X *Monotheca buxifolia* (Falk) Decne. P Afghanistan.
X *Salvadora persica* Linn. PSR Arabien, trop. Afrika, Südwest-Afrika und Mediterran-Gebiet.
X *S. oleoides* Decne. PSR Gujerat, Arabien.
X *Carissa carandas* Linn. P Ganz Indien, bis Java.
X *Solanum incanum* Linn. PS Arabien, Ägypten.
X *S. albicaule* Kotschy. S Arabien, trop. Afrika.

S. Xanthocarpum Schrad. et Wendl. PSR Indomalayisches Gebiet und trop. Afrika (?).

X *S. gracilipes* Decne. PS Baluchistan.

Withania somnifera Dunal. PSR Trockene Teile Indiens, Mediterran-Gebiet, Südafrika.

W. coagulans Dunal. PS Afghanistan, Baluchistan.

X *Lycium barbatum* Linn. PS Mediterran-Gebiet.

X *L. europaeum* Linn. PS Mediterran-Gebiet, Westlich-Asien.

Asparagus gracilis Royle. P Baluchistan.

A. dumosus Baker. S Endemisch.

X *Prosopis spicigera* Linn. PSR Afghanistan, Persien, Arabien.

X *B. Stephaniana* Kunth. P Gujcrat, Kaukasus, Orient, Afghanistan.

b. Nur ein Teil der Fruchtwand wird fleischig.

X *Cocculus leaeba* Dc. PS Afghanistan, Arabien, trop. Afrika.

Cissampelos Pareirii Linn. PSR Wärmere Länder der Erde.

Grewia populifolia Vahl. PSR Dekkan, Afghanistan, Arabien, türk. Afrika, Ceylon.

Grewia salvifolia Heyne. PSR Westlich. Indien, trop. Afrika.

X *G. asiatica* Linn. PS Dekkan, Ceylon, trop. Afrika.

G. villosa Willd. PSR Indien, Afghanistan, trop. Afrika, Cap-Verde-Inseln.

G. pilosa Lamk. R Zentral- und Südindien.

X *Balanites Roxburghii* Planch. R Trockene Teile von Indien.

X *Commiphora Mukul* Engl. SR Vorderindien, Baluchistan, Arabien.

X *C. Stocksiana* Engl. S Baluchistan.

X *Zizyphus jujuba* Lamk. PS Indien, Afghanistan, trop. Afrika, Malayisch. Archipel, China, Australien.

X *Z. nummularia* W. A. PR Gujerat, Dekkan, Persien.

X *Z. vulgaris* Lamk. P Nordindien, Baluchistan, westl. Asien, China, Japan, Südeuropa.

X *Z. oenoplia* Mill. P Wärmere Teile von Indien, trop. Asien, Australien.

X *Z. xylopara* Willd. PR Dekkan, Ceylon.

X *Z. rugosa* Lamk. S Ganz Indien, Ceylon.

X *Sageretia Brandretiana* Aitch. P Westlich bis Persien und Arabien.

X *Cordia Rothii* Roem. PSR Arabien, trop. Afrika.

X *Ehretia laevis* Roxb. PS Indien, Persien, China, Australien, Polynesien.

X *E. aspera* Roxb. PS Persien, Baluchistan, Abyssinien.

Phyllanthus reticulatus Boir. S Trop. Afrika, China, Malayische Inseln.

Flueggealeucopyrus Willd. PS Indien, Ceylon.

X *Nannorhops Ritchieana* Wendl. PS Afghanistan.

Vitex negundo Linn. PR Indomalayisch (allgemein in trockneren Gebieten).

Clerodendron phlomoides Linn. PR Indomalayisch.
X *Rhus mysorensis* Heyne. PSR Indien.

c. Deckblätter werden fleischig.

X *Ephedra foliata* Stapf var. *ciliata*. PSR Afghanistan, Syrien.

d. Fruchtstandachse wird fleischig.

Ficus palmata Forsk. PS Westlich bis Ägypten und Abyssinien.

Die Florenelemente und ihre Verbreitung:

	Weit verbreitet	Ind. u. indo-malay.	Arab. u. afrik.	Mediterr.	NW.-indisch	Endemisch
PSR	3	3	7	1	—	—
PS	3	2	6	1	3	—
PR	—	4	—	—	—	—
SR	—	1	1	—	—	—
P	1	2	1	3	2	—
S	2	2	6	—	1	1
R	—	2	—	—	—	—
	9	16	21	5	6	1

Die Verbreitung der Arten mit beerenartigen Früchten lehrt uns folgendes:

Von 58 Arten sind 9 weit verbreitet. 16 Arten sind indischer oder indo-malayischer Herkunft, von diesen sind 14 in P oder R gefunden worden, so daß der Weg ihrer Einwanderung klar ist. Das Vorkommen von *Zizyphus rugosa* bei Hyderabad in Sind, wo Cooke sie gefunden haben soll, ist merkwürdig. Diese Art ist sonst nicht aus trockneren Teilen Indiens bekannt. *Cucumis trigonus*, die zweite indo-malayische Art, die nur in S vorkommt, ist in ganz Indien von Afghanistan bis Persien sowie in Ceylon, im Malayischen Archipel und Nordaustralien verbreitet. Es ist merkwürdig, daß sie nicht in P gefunden worden ist.

Von 21 afrikanischen Arten kommen 17 in S vor, dem üblichen Weg folgend. *Myrsine africana* hat eine merkwürdige Verbreitung. Sie kommt im tropischen und südlichen Afrika und dann im westlichen Himalaya sowie im Salzgebirge vor. Ich möchte hier auch die merkwürdige Verbreitung von *Cadaba heterotricha* erwähnen, die bei Cap Monzes in Sind und im Somaliland gefunden worden ist.

Die 5 mediterranen Arten kommen in P vor. Ihre Verbreitung entspricht unseren Erwartungen. Der endemische *Asparagus dumosus* ist als ein progressiver Endemismus zu betrachten.

Von den Arten, die auch in den angrenzenden Ländern vorkommen, gehört *Withamia coagulans* zu einer Gattung, deren Arten eine merkwürdige Verbreitung zeigen. Eine Art *W. somnifera* ist von den Canarischen Inseln über das Mittelmeergebiet bis nach P und S verbreitet, die übrigen

Arten kommen je 1 auf den Canarischen Inseln, Süd-Spanien und Algier, auf Socotra und in NW.-Indien vor. *Nannorhops Ritchieana* ist eine monotypische Palmengattung, die nur von PS und Afghanistan bekannt ist. *Monotheca buxifolia* ist eine der zwei Arten dieser Gattung, die nur in P und Afghanistan vorkommt. *Solanum gracilipes* kommt außer in P und S nur in Baluchistan vor. Dasselbe gilt für *Asparagus gracilis* und *Commiphora Stocksiana*, die als progressive Endemismen zu betrachten sind.

Die Untersuchung bestätigt unsere Ansichten über die Einwanderungswege mediterraner und afrikanischer Pflanzen nach der Indusebene.

B. Epizoische Verbreitung. Hakige und stachlige Anhänge.

a. Fruchtknoten mit hakigen oder stachligen Anhängen versehen.

Pavonia glechomifolia A. Rich. S Indo-malayisches Gebiet, Arabien, trop. Afrika.

Hibiscus punctatus Dalz. PS Gujerat.

Sida spinosa Linn. SR Indien, trop. Länder, Amerika, Australien, Mediterran-Gebiet.

S. grewioides Guill. SR Nordindien, Arabien, trop. Afrika.

Tribulus terrestris Linn. PSR Indien, wärmere Gebiete der Erde.

T. alatus Delile. PSR Agypten, Arabien, Nubien.

Taverniera nummularia Dc. PS Dekkan, Gujerat, Afghanistan, Persien, Orient.

b. Hakige und stachlige Anhänge am ausdauernden Kelch.

H *Statice cabulica* Boiss. P Afghanistan.
(Der häutige Flügelsaum zwischen den Mittelrippen des Kelches wird aufgelöst und die Mittelrippen bleiben als zurückgebogene Kletthaken zurück.)

c. Hakige und stachlige Anhänge an Deckblättern und Involucren.

Hibiscus caesius Garcke. PS Indien, Afghanistan, trop. Afrika, Nord-Australien.

Cenchrus biflorus Roxb. PSR Baluchistan, Arabien, Afrika, Abyssinien.

C. catharticus Delile. PR Nordindien, Arabien, trop. Afrika.

X *Tragus racemosus* Scop. PS Ganz Indien, Südeuropa, alle wärmeren Länder.

X *Latipes senegalensis* Kunth. S Baluchistan, Arabien, trop. Afrika.

Andropogon contortus Linn. PSR Indien, malayische Länder, Mediterran-Gebiet, Tropen im allgemeinen.

d. Ährenstiel als Anheftungsorgan.

Aristida mutabilis Trist. et Rupr. PR Südindien, Arabien, trop. Afrika.

A. Adscensionis Linn. PR Indien, Birma, Ceylon, die meisten wärmeren Länder.

e. Sterile Blüten in Hakenbündeln umgewandelt.

Puppalia lapacea Moq. PSR Indien, trop. Asien, trop. Afrika.

Die Florenelemente und ihre Verbreitung zeigt die folgende Tabelle:

	Weit verbreitet	Ind. u. in-do-malay.	Arab. u. afrika.	Mediterr.	N.W.-indisch	Ende-misch
PSR	3	—	2	—	—	—
PS	2	1	—	1	—	—
PR	1	—	2	—	—	—
SR	1	—	1	—	—	—
P	—	—	—	—	—	1
S	1	—	1	—	—	—
Sa.	8	1	6	1	—	1

Aus dem Obigen ergibt sich:

Von 17 Arten mit epizoischer Verbreitungsweise sind 8 weit verbreitet. Die eine indische Art *Hibiscus punctatus* kommt in P und S und in Gujerat vor. Ihre Einwanderung ist von Gujerat nach Sind erfolgt und von dort nach Punjab.

Von 6 arabisch-afrikanischen Arten sind 4 in Sind vertreten, so daß ihre Einwanderung über dieses Gebiet auch klarliegt. *Cenchrus catharticus* kommt im westlichen Indien in Gujerat und in Arabien und tropisch Afrika vor, so daß ihr Vorkommen in Sind vielleicht zu erwarten wäre. *Aristida mutabilis* hat auch eine ähnliche Verbreitung.

Die mediterrane Art *Taverniera nummularia* kommt in P und S vor, was ihre Einwanderung über P vermuten läßt. *Statice cabulica*, die außer P nur in Afghanistan vorkommt, ist ein progressiver Endemismus. Die Verbreitung der Arten entspricht unseren Erwartungen.

IV. Haupttypus: Verbreitung durch Wasser.

Keine Pflanze unseres Gebietes besitzt Ausrüstungen für Verbreitung durch Wasser, was mit den klimatischen und orographischen Verhältnissen im Einklang steht.

Verbreitungseinheiten (Früchte oder Samen) ohne besondere Ausrüstungen.

V. Haupttypus: Die Öffnung der Samenbehälter erfolgt in der Weise, daß die Samen in eine für die Ausstreuung durch vorbeikommende Tiere oder Wind vorteilhafte Lage gebracht werden.

X *Reseda pruinosa* Delile. PS Nubische Wüste und westlich bis Ägypten.

X *R. Aucheri* Boiss. S Westlich bis Persien.

X *Frankenia pulverulenta* Lamk. PSR Westlich bis Süd-Europa, trop. und Südafrika.

Acanthophyllum macrodon Edgw. P Afghanistan.

Gypsophila stewartii Thoms. P Afghanistan.

Portulaca tuberosa Roxb. S Behar, westlich Indien, Ceylon, Java.
Pavonia zeylanica Cav. S Indien, Ceylon, trop. Afrika, Mauritius, Philippinen.
X *Helicteres ixora* Linn. PR Zentral- und West-Indien, Java, Nordaustralien.
Melhania abyssinica A. Rich. S Cap-Verde-Inseln, Abyssinien.
M. tomentosa Stocks. PS Gujerat.
Melhania futteyporensis Munro. PS Nordindien.
Corchorus Antichorus Roemsch. PS Indien, Afghanistan, Arabien, trop. Afrika, Cap-Verde-Inseln.
Zygophyllum simplex Linn. PSR Arabien, trop. Afrika, westlich Asien.
Z. coccineum Linn. S Syrien, Arabien, Ägypten.
X *Fagonia arabica* Linn. PS Indien, westlich bis Ägypten, Arabien, Socotra.
X *F. Bruguieri* Dc. P Westlich bis Algerien, Persien, Sinai-Halbinsel.
Astragalus pyrrhotrichus Boiss. P Afghanistan.
A. polyacanthus Royle. P Afghanistan.
A. Stocksii Benth. ex Bunge. S Baluchistan, Afghanistan. (Die Astragalusarten besitzen Hülsen, die durch Rinnenbildung ausgezeichnet sind. Die Samen bleiben in diesen Rinnen liegen, um durch Schüttelung zerstreut zu werden.)
Tephrosia Appollinea Link. S Baluchistan, Arabien, trop. Afrika.
Cassia obtusa Roxb. PS Indien, Arabien, trop. und Südafrika.
C. holosericea Fresen. S Arabien, trop. Afrika.
C. auriculata Linn. R in trockeneren Teilen Indiens.
Trianthema triquetra Rotl. et Willd. PS Indien.
(Die Kapsel öffnet sich in der Transversalebene. Der obere Teil mit 1 bis 2 eingeschlossenen Samen wird abgeworfen und wegen der Leichtigkeit durch Wind verbreitet. Der untere Teil, der die übrigen Samen enthält, bleibt an der Pflanze sitzen und läßt die Samen nacheinander durch Erschütterungen fallen.)
Trianthema hydaspica Edgw. PS Tropisch Afrika.
Convolvulus sindicus Stocks. S Baluchistan.
C. Aitchisonii Clarke. P Afghanistan.
C. microphyllus Sieb. var. Boissieri. S Gujerat, Baluchistan bis Ägypten und Nubien.
(Die Kapsel springt deckelartig auf; der Deckel schließt 1—2 Samen ein. Die anderen verbleiben in dem unteren Teil der Kapsel an der Pflanze und werden durch Erschütterung ausgestreut).
C. pluricaulis Choiss. var. *macra*. P Nord-Indien, Afghanistan.
X *C. glomeratus* Choiss. PS Afghanistan, Baluchistan, westlich tropisch Afrika.
C. Rottlerianus Choiss. var. *tenella* Stocks. S Endemisch.

X *Breweria latifolia* Benth. PS Kathiawar, östliches tropisch Afrika, westliches tropisch Asien.

Cressa cretica Linn. PS Sämtliche wärmere Länder.

X *Bouchea marrubifolia* Schauer. S Arabien, tropisch Afrika.

Aristolochia bracteata Retz. S Deckan, Arabien, tropisch Afrika, Sandwitch-Inseln.

Die Florenelemente und ihre Verbreitung:

	Weit verbreitet	Ind. u. indo-malay.	Arab. u. afrika.	Mediterr.	NW.-indisch	Endemisch
PSR	2	—	—	—	—	—
PS	1	4	6	—	—	—
PR	—	1	—	—	—	—
P	—	—	—	1	6	—
S	1	1	6	2	2	1
R	—	1	—	—	—	—
	4	7	12	3	8	1

Das Studium des Obigen führt zu ähnlichen Ergebnissen wie vorher. Von 35 Arten mit Schüttelfrüchten sind 4 weit verbreitet.

7 Arten sind indischer oder indo-malayischer Herkunft, davon sind 6 in P oder R zu Hause. Ihr Weg nach diesen Gebieten aus den angrenzenden Teilen Indiens ist klar. *Portulaca tuberosa*, die nur in S vorkommt, findet sich im westlichen Indien sowie in Ceylon. Sie ist sehr wahrscheinlich entlang der Küste nach S gekommen.

Die 12 afrikanischen Arten kommen alle in S vor, was wir nach unseren Anschauungen erwarten konnten.

Von 3 mediterranen Arten kommt 1 in P vor. *Reseda Aucheri* kommt in S und westlich bis Persien vor. *Zygophyllum coccineum* kommt in Arabien, Syrien, Ägypten und Sind vor. Es ist Ansichtssache, ob man diese Arten als mediterran oder afrikanisch betrachten will.

Die nordwestindischen Arten sind sämtlich progressive Endemismen der betreffenden Gattungen. So ist auch die endemische Varietät, *Convolvulus Rottlerianus* var. *tenella*, als solche zu betrachten.

Zusammenfassung.

Es bleibt noch übrig, die bisher gewonnenen Resultate zusammenzufassen. Dieses wird nun versucht, und die Resultate verbreitungsbiologischer sowie pflanzengeographischer Natur werden getrennt besprochen. Vorher möchte ich die Ergebnisse in tabellarischer Form darstellen. Die Tabelle zeigt die Zahl der Arten mit einer bestimmten Art von Verbreitungsmitteln sowie die Florenelemente, aus welchen diese Zahl zusammengesetzt ist. Um die Verhältnisse möglichst klar zu gestalten, werde ich die ara-

bischen und afrikanischen Arten zusammenfassen ebenso wie die indischen und indo-malayischen, nordwestindischen und endemischen Arten.

Verbreitungsmittel	Weit verbreitet	Ind. u. indo-mal.	Arab. u. afrik.	Mediterr.	Zentr.-asiat.	NW.-ind. und endemisch	Summa
Aktive Verbreitungsweise.							
I. Schleuderfrüchte	2	2	6	1	—	2	13
Passive Verbreitungsweise.							
II. Verbreitung durch Wind.							
A. Kleine Samen	2	1	13	3	—	—	19
B. Flache Samen	—	—	1	1	—	1	3
C. Flache Früchte	—	3	2	—	—	—	5
D. Blas. Früchte	1	—	3	—	—	1	5
E. Flügelfrüchte	7	5	8	12	1	12	45
F. Behaarte Früchte	4	11	21	12	—	11	59
III. Verbreitung durch Tiere.							
A. Endozoische	9	16	21	5	—	8	59
B. Epizoische	8	1	6	1	—	1	17
IV. Günstige Öffnungsweise der Frucht	4	7	12	3	—	9	35
Summa	37	46	93	38	1	45	260

Verbreitungsbiologische Ergebnisse.

Die obige Tabelle zeigt, daß von 260 untersuchten Arten 13 mit Ausrüstungen für aktive Verbreitung, 136 mit Ausrüstungen für Verbreitung durch Wind, 76 für Verbreitung durch Tiere und 35 für Ausstreuung durch Erschütterung durch Wind und Tiere ausgestattet sind. In Prozenten ausgedrückt, sind 5 % der Arten mit Ausrüstungen für aktive Verbreitung, etwa 50 % für Verbreitung durch Wind, etwa 30 % für Verbreitung durch Tiere und etwa 15 % für Erschütterung durch Wind oder Tiere ausgestattet. Das Überwiegen der Ausrüstungen für Verbreitung durch Wind in einem Gebiete, das spärlich mit Vegetation bedeckt und dem Winde ausgesetzt ist, war zu erwarten. In dieser Hinsicht stimmen die Ergebnisse mit den bisherigen in anderen ähnlichen Gebieten der Erde vollständig überein. Die hohe Prozentzahl (etwa 30 %) der Ausrüstungen für Verbreitung durch Tiere hatten wir schon nach den tiergeographischen Verhältnissen vermutet.

Pflanzengeographische Ergebnisse.

Dieselbe Tabelle zeigt, daß von 260 Arten 37 weit verbreitet, 46 indisch-indo-malayisch, 93 arabisch-afrikanisch, 38 mediterran, 1 zentral-asiatisch

und 45 nordwestindisch und endemisch sind. Der hohe Prozentsatz der afrikanischen Arten, etwa 36 % des Ganzen, ist bemerkenswert.

Diese afrikanischen Arten scheinen alle nicht zu gleicher Zeit nach Indien gelangt zu sein. Die Mehrzahl dürfte erst nach der Fixierung der heutigen Gestalt der von dem Indischen Ozean umspülten Länder über Südpersien und Baluchistan nach Sind eingewandert sein. Diese Arten können wir als das neoafrikanische Element der indischen Flora bezeichnen. Eine kleine Anzahl von Arten, wie *Campylanthus ramosissimus, Withamia coagulans* und *Sarcostemma Stocksii* gehören zu Gattungen mit disjunkter Verbreitung, was auf ein viel höheres Alter hindeutet. Ob sie schon aus dem Zeitalter der Erdgeschichte (Mesozoicum) stammen, in welchem nach den Geologen eine direkte Landverbindung zwischen der indischen Halbinsel und Afrika vorhanden war, konnte ich nicht feststellen. Es läge auch außerhalb des Rahmens meiner Arbeit, die Geschichte dieses paläoafrikanischen Elementes der indischen Flora, das besonders im südlichen Indien erhalten geblieben ist, zu untersuchen. Es muß hier genügen, auf diese Tatsache hinzuweisen.

Die nordwestindisch-endemische Gruppe ist auch nicht einheitlich in ihrer Verwandtschaft. Eine Anzahl Arten dieser Gruppe gehört zu arabisch-afrikanischen Gattungen. Die Mehrzahl der übrigen gehört zu mediterranen Gattungen, der kleine Rest zeigt indische Verwandtschaft. Wenn ich trotzdem diese Arten in einer Gruppe vereinigt habe, so lag es mir daran, die ziemlich große Anzahl der Endemismen (16 % des Ganzen) dieses Gebietes hervorzuheben. Die Mehrzahl der endemischen Arten sind an der Grenze zwischen der Indusebene und den benachbarten Ländern von Baluchistan und Afghanistan beobachtet worden. Dieses deutet darauf hin, daß eine genaue Erforschung dieser Länder interessante pflanzengeographische Ergebnisse zeigen dürfte. Es wird dann auch möglich sein, die Zugehörigkeit dieser Länder zu den verschiedenen Florengebieten genauer festzustellen.

Die folgende Tabelle zeigt uns die Zahl der untersuchten Arten, die in jedem der drei Teile unseres Gebietes vorkommen, und ihre Zusammensetzung nach den Florenelementen:

	Weit verbreitet	Ind. u. indo-mal.	Arab. u. afrika.	Zentral-asiat.	Mediterr.	NW.-ind.-endemisch	Summa
Punjab	35	32	50	1	32	28	178
Sind	31	29	79	—	22	23	184
Rajputana	13	19	25	—	4	—	61

Diese Tabelle zeigt die Überlegenheit des afrikanischen Elementes in allen drei Teilen über die anderen Florenelemente. Punjab und Sind mit fast der gleichen Anzahl von Arten zeigen eine wesentlich andere Zusammen-

setzung derselben. So hat Punjab viel mehr mediterrane und endemische Arten, wogegen Sind eine weit größere Zahl afrikanischer Arten aufweist. Diese Tatsache steht im Einklang mit unseren Ansichten über die Einwanderung dieser Florenelemente. Die kleine Zahl der in Rajputana vertretenen Arten erklärt sich aus der Beschaffenheit dieses Gebietes, das besonders im Westen eine vollkommene Wüste ist.

Bei der Besprechung der Verbreitung der Arten am Ende jedes Kapitels habe ich versucht, die Wege für die Einwanderung verschiedener Florenelemente in die Indusebene festzustellen. In dieser Hinsicht könnte ich nachweisen, daß die afrikanischen Arten über Südpersien und Baluchistan nach Sind gelangt waren und von dort nach Punjab oder Rajputana sich verbreitet haben. Die Tatsache, daß eine Anzahl dieser Arten nur an einigen Standorten, bei Karachi, gefunden wurde, zeigt, daß der Haupteinwanderungsweg dieser Arten entlang der Küste verlief. Diese Annahme wird bestätigt durch die Beschaffenheit der Grenze zwischen Baluchistan und Sind. Von Karachi bis zu den Pässen von Kalat, d. h. eine Strecke von Hunderten von Kilometern, schreibt Holdich, wird diese gebildet durch das Kirthar-Gebirge, das einen ununterbrochenen, steilen, felsigen, unpassierbaren Wall nach Osten zu darstellt. Die Pässe von Kalat sind aber für afrikanische Pflanzen schlecht passierbar, da sie über Gebiete führen, wo im Winter das mittlere Temperaturminimum mehrere Grad unter Null bleibt.

Für die mediterranen Pflanzen ist der Hauptweg über Afghanistan nach Punjab gewesen. In dieser Beziehung ist auch die Tatsache, daß Peshawar als der einzige Standort für viele mediterrane Pflanzen angegeben wird, bemerkenswert. Peshawar liegt am Ausgange des berühmten Khyber-Passes in der Indusebene, was auch den Khyber-Paß als das Haupteinwanderungstor für diese Pflanzen kennzeichnet. Ein Tor zweiter Ordnung ist der durch den Bolan-Paß nach Nord-Sind. Daß dieser auch benutzt worden ist, habe ich bei *Pteropyrum Oliveri* gezeigt.

Die indischen Pflanzen sind meistens in Punjab oder Rajputana aus den benachbarten Teilen Indiens eingewandert. Wie ich aber gelegentlich gezeigt habe, sind einige Arten entlang der Westküste nach Sind eingewandert.

Diese Ergebnisse sind nicht als vollständig neu zu bezeichnen. Fast alle sind besonders in den ausgezeichneten Arbeiten von Hooker angedeutet sowie als gelegentliche Äußerungen von anderen Schriftstellern erwähnt. Eine Bestätigung dieser Ansichten durch genauere Feststellungen hat aber bisher gefehlt.

Literatur.

Allgemeiner Teil.

1. Linné, K. v., Philosophia botanica. (1751.)
2. Sprengel, C. K., »Das entdeckte Geheimnis der Natur«. Berlin (1793).
3. Hildebrand, F., Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. (1873).
4. McLeod, Lijst van Boeken etc. Jaarboek, Dodonea. Gent (1891).
5. Kerner, A. v., Das Pflanzenleben, 1. Aufl. (1891.)
6. Kronfeld, Studien über die Verbreitungsmittel der Pflanzen. 1. Heft. (1900.)
7. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. (1898.)
8. Engler u. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien.
9. Engler, Das Pflanzenreich.
10. Huth, E., Die Klettpflanzen, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Tiere. Bibl. Botanica. (1887.)
11. Focke, Verbreitung der Pflanzen durch Tiere. (Kosmos X. 1881.)
12. Lubbock, Flowers, fruits and seeds. London (1886.)
13. Schimper, Die epiphytische Vegetation Amerikas. Jena (1888.)
14. —— Die indomalayische Strandflora. Jena (1891.)
15. Schenck, Biologie der Wassergewächse. Bonn (1886.)
16. Massart, La dissémination des plantes alpines. Bull. Soc. Belg. XXXVII (1898.)
17. Vogeler, P., Die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen. Flora Bd. 89 (1901.)
18. Hildebrand, F., Über die Verbreitungsmittel der Gramineenfrüchte. (Bot. Zeitg. 1872, S. 853.)
19. —— Über die Verbreitungsmittel der Kompositenfrüchte. (Bot. Zeitg. 1872, S. 1.)
20. —— Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. (Pringsheims Jahrbücher, Bd. IX, S. 235—276.)
21. Kraus, G., Über den Bau trockener Pericarpien. (Pringsheims Jahrbücher, Bd. V.)
22. Steinbrinck, Über einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen. (Ber. dtsch. bot. Gesell. Bd. I. S. 339—346.)
23. Buchwald, Die Verbreitungsmittel der Leguminosenfrüchte des tropischen Afrikas. (Engl. Bot. Jahrb. Bd. XIX, 1895.)
24. Dingler, A., Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. München 1889.
25. Mathei, G. E., Aeronautica vegetabile. Bull. orto. bot. univ. Napoli. I. 1902. (Ref. in Bot. Zentr.-Blatt.)
26. Praeger, R. Lloyd, The buoyancy of seeds of some britannic plants. Sci. Proc. Roy. Doubl. Society. XIV. 3. (1913.)
27. Heintze, A., Raubvögel als Samenverbreiter. (Bot. Notiser 1916.)
28. —— Zugvögel als Samenverbreiter. (Fauna och Flora, Upsala. 1916).
29. —— Über endozoische Samenverbreitung durch skandinavische Säugetiere. (Bot. Notiser 1916.)
30. —— Über endozoische Samenverbreitung durch Drosseln und andere Singvögel. (Svensk Bot. Tidesk. X. 1916.)
31. —— Synzoische Samenverbreitung durch Säugetiere und Vögel. (Fauna och Flora. Upsala 1915.)
32. Sernander, Die europäischen Myrmecochoren.
33. Ulbrich, Die deutschen Myrmecochoren. Berlin 1919.
34. Beguinot, A., Osservazioni e documenti sulla disseminazioni a distanza. (Padova 1912. Ref. Bot. Zentr.-Blatt, Bd. 122, S. 466.)

35. SCHMIDT, WILHELM, Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. (Österreich. Bot. Zeit. LXVII, S. 313—328. 1918.)
36. HILDEBRAND, F., Über die Verbreitungsmittel der Pflanzenfrüchte durch Haftorgane. (Bot. Zeit. 1872.)
37. TREUB, Sur la novelle Flora de Krakatau-B.
38. BECCARI, Malesia.

Orographische Verhältnisse.

39. FRERE, Sir B., On the Rann of Cutch etc. Journ. Roy. Geogr. Soc. London 1870.
40. HOLDICH, T. H., Physical Aspects. (Imp. Gazette of India, n. ed. Oxford 1906, Bd. I.)

Klimatische Verhältnisse.

41. ELIOT, Sir G., Indian Meteorolog. Memoirs. Bd. XVII. Calcutta.
42. —— Ch. III. Meteorology in Imp. Gazette. Ind. n. Ed. Vol. I.
43. HANN, Handbuch der Klimatologie. 3. Aufl.

Vegetationsverhältnisse.

44. HOOKER and THOMSON, Introductory Essay. Flora Indica. Bd. I. London 1855.
45. KING, Sir G., Sketch of the Flora of Rajputana. (Indian Forester.)
46. HOOKER, J. D., Ch. IV: Botany. Imp. Gazette. Ind. n. ed. Vol. I.

Fauna.

47. BLANFORD, W. T., Ch. V: Zoology in Imp. Gazette. Ind. n. ed. Vol. I.

Floristik.

48. HOOKER, J. D., Flora of British India. Bd. I—VII.
49. COOKE, T., Flora of the Bombay Presidency. Bd. I. II. London (1901—08.)
50. AITCHISON, J. E., Catalogue of the plants of Punjab and Sind. (London 1869.)